Vejledning fra Miljøstyrelsen

Nr. 5 1994

Støj fra flyvepladser

Bilag

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**

Vejledning fra Miljøstyrelsen

1985

Nr. 1 : Indsamling af papir fra offentlige institutioner
Nr. 2 : Kontrol med badevand
Nr. 3 : Pligter ved risikobetonede aktiviteter
Nr. 4 : Begrænsning af lugtgener fra virksomheder
Nr. 5 : Beregning af støj fra jernbaner
Nr. 6 : Støj og vibrationer fra jernbaner

1986

Nr. 1 : Vandværkstakster
Nr. 2 : Autoværksteder og miljøkrav
Nr. 3 : Begrænsning af forurening fra affaldsforbrændingsanlæg

1987

Nr. 1 : Strandrensning 1

1988

Nr. 1 : Bekæmpelsesmidler
Nr. 2 : Flyvepladser og lufthavne
Nr. 3 : Kontrol med svømmebade
Nr. 4 : Vejledning om godkendelse af husdyrbrug

1990

Nr. 1 : STANDAT V 1.1
Nr. 2 : Bortskaffelse af affald
Nr. 3 : Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg
Nr. 4 : Pligter ved risikobetonede aktiviteter
Nr. 5 : Affaldsstoffer til jordbrugsformål
Nr. 6 : Begrænsning af luftforurening fra virksomheder
Nr. 7 : Vejledende liste over farlige stoffer

1991

Nr. 1 : Olie- og kemikalieaffald
Nr. 2 : ISAG – Informationssystem for Affald og Genanvendelse
Nr. 3 : Overfladebehandling af skibe
Nr. 4 : Retningslinjer for grovvarebranchen

1992

Nr. 1 : Sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer i drikkevand
Nr. 2 : Rotter
Nr. 3 : Generel branchevejledning for forurenede grunde
Nr. 4 : Branchevejledning for forurenede træimprægneringsgrunde
Nr. 5 : Branchevejledning for forurenede garverigrunde
Nr. 6 : Branchevejledning for forurenede tjære/asfaltgrunde
Nr. 7 : Prioritering af affaldsdepoter
Nr. 8 : Acceptkriterier for mikrobiologisk renset jord
Nr. 9 : Industrial Air Pollution Control Guidelines
Nr. 10 : Ændring af vandløbslovens § 69 om bræmmer
Nr. 11 : Tilsyn med de ydre miljøforhold i den grafiske branche
Nr. 12 : Håndhævelse af miljøbeskyttelsesloven

Vejledning fra Miljøstyrelsen
Nr. 5 1994

Støj fra flyvepladser

Bilag - beregningsmetoder og databaser

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**

Indhold

Forord *11*

Indledning *13*

B 1 Minimumsmetode for flystøjberegninger *15*

B 1.1 Principper for opstilling af beregningsforudsætninger *15*
B 1.1.1 Trafikale forudsætninger *16*
B 1.1.2 Forudsætninger om beflyvningen *16*
B 1.1.3 Støj- og præstationsdata *16*
B 1.1.4 Beregningsprincipper *17*

B 1.2 Beregningsresultat *18*

B 1.3 Input data formater *18*

B 1.4 Beregningsmetode for en enkelt flyoperation *22*
B 1.4.1 Grundlæggende beregning før korrektioner *23*
B 1.4.2 Korrektion for varighed *24*
B 1.4.3 Korrektion for lateral dæmpning *25*
B 1.4.4 Støj ved ændring af motorindstillingen *28*
B 1.4.5 Støj fra rulning på banen under start *31*
B 1.4.6 Støj fra rulning på banen under landing *34*
B 1.4.7 Korrektion for drej *35*
B 1.4.8 Muligheder for metodeforbedringer *40*

B 1.5 Beregningsmetode for støjbelastning fra samlet trafik *41*
B 1.5.1 Beregningsnetværk *41*
B 1.5.2 Lateral spredning *42*
B 1.5.3 Vertikal spredning *45*
B 1.5.4 Summation *45*

B 2 Testeksempler *47*

B 2.1 Minitest. Beregningsforudsætninger. *48*

B 2.2 Minitest. Krav til beregningsresultater i enkeltpunkter. *53*

B 2.3 Minitest. Grænser for afvigelse fra støjkurverne. *59*

B 2.4 Maxitest. *69*

B 2.5 Viborg flyveplads. *70*

B 3 Nordisk støj- og præstationsdatabase (på diskette). *87*

B 3.1 Databasens indhold. *87*

B 3.2 Andre databaser. *87*
B 3.2.1 INM database 10. *87*
B 3.2.2 FAA database med maksimalværdier. *88*
B 3.2.3 FAA Helikopter støjdata. *89*
B 3.2.4 Dansk støj- og præstationsdatabase for turbopropfly, forretningsjetfly og helikoptere. *89*
B 3.2.5 Dansk støj- og præstationsdatabase for propelfly med MTOM under 5700 kg. *90*

B 3.3 Udlevering af databaser. *90*

B 4 Punktberegningsmetode. *91*

B 4.1 PC-version af punktberegningsmetoden. *93*
B 4.1.1 Krav til EDB-udstyr. *93*
B 4.1.2 Installation af programmet. *93*
B 4.1.3 Kørsel af programmet. *94*

B 4.2 Immissionsdatabaser. *95*
B 4.2.1 Udskrift af databaser. *95*
B 4.2.2 Databaseoversigter. *96*

B 4.3 Manuel metode *101*
B 4.3.1 Beregningsprincip. *101*
B 4.3.2 Beregning af ækvivalentniveau for en enkelt flyvevej. *102*
B 4.3.2.1 Princip. *102*
B 4.3.2.2 Grundlæggende beregning i et punkt. *103*
B 4.3.2.3 Beregning med lateral spredning. *107*
B 4.3.2.4 Korrektion for drej. *110*
B 4.3.2.5 Bidrag fra fjernere segmenter. *116*

B 4.3.2.6 Korrektion for trafikmængde. *116*
B 4.3.3 Beregning af maksimalniveau for en enkelt flyvevej. *117*
B 4.3.3.1 Princip. *117*
B 4.3.3.2 Grundlæggende beregning i et punkt. *117*
B 4.3.4 Summering af beregnede støjniveauer fra flere flyveveje. *119*
B 4.3.5 Princip for summering af lydtrykniveauer på energibasis. *120*
B 4.3.6 Tabeller til beregning af korrektion for drej. *121*

B 5 Beregningsforudsætninger for støj fra almenflyvepladser. *131*

B 5.1 Trafikale forudsætninger *131*
B 5.1.1 Beregningssituation *131*
B 5.1.2 Trafikmængde fordelt på trafikkategorier *132*
B 5.1.3 Trafikkens fordeling på årets måneder *134*
B 5.1.4 Trafikkens døgn- og ugefordeling *135*
B 5.1.5 Trafikkens fordeling på flytyper *135*

B 5.2 Forudsætninger vedrørende beflyvning *136*
B 5.2.1 Banekonfiguration *136*
B 5.2.2 Banebenyttelse *136*
B 5.2.3 Flyveveje *137*

B 5.3 Forudsætninger om flyenes støj og præstationer *139*
B 5.3.1 Støjmæssig klassificering *140*
B 5.3.2 Støjdata *143*
B 5.3.3 Præstationsdata *146*

B 5.4 Beregningstekniske forudsætninger *149*

B 5.5 Skemaer til opstilling af forudsætninger *150*

B 6 Dansk støj- og præstationsdatabase for propelfly med MTOM under 5700 kg. *161*

B 7 Forenklet støjberegningsmetode for faldskærmsflyvning. *179*

B 7.1 Baggrund for beregningsmetoden *179*
B 7.1.1 Flytyper *179*
B 7.1.2 Flyveprocedurer *180*

B 7.1.3 Flyveveje *181*
B 7.1.4 Springkategorier *183*
B 7.1.5 Beregningsmetodik *183*

B 7.2 Beregningsmetode *184*
B 7.2.1 Beregning af støjemissionstal L_o *185*
B 7.2.2 Beregning af konturværdien K *186*
B 7.2.3 Bestemmelse af konsekvensområde *186*

B 8 Standardberegningsmetode for ultralet flyvning. *193*

B 8.1 Beregningsforudsætninger *193*
B 8.1.1 Beregningsmetode *193*
B 8.1.2 Beregningstidspunkt *194*
B 8.1.3 Banekonfiguration og banebenyttelse *194*
B 8.1.4 Trafikmængde *195*
B 8.1.5 Trafikkens årsfordeling *195*
B 8.1.6 Trafikkens uge- og døgnfordeling *195*
B 8.1.7 Stige- og landingsprofiler *195*
B 8.1.8 Flyveveje *196*
B 8.1.9 Støjmæssige forudsætninger *198*

B 8.2 Beregningsresultater *199*

B 8.3 Standardberegningernes anvendelighed *201*

B 9 Skabelonmetode for flyvepladser med højst 3000 opr./år. *207*

B 9.1 Beregningsforudsætninger *207*

B 9.2 Beregningsmetodik *208*

B 9.3 Beregningsresultat *210*

B 10 TDENL-metode: Database med TSEL-værdier. *213*

B 10.1 TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner. *213*

B 10.2 TSEL-værdier for mindre, civile jetflyvemaskiner. *219*

B 10.3 TSEL-værdier for større, civile propel- og turbopropflyvemaskiner. *221*

B 10.4 TSEL-værdier for mindre, civile propel- og turbopropflyvemaskiner. *224*

B 10.5. TSEL-værdier for civile helikoptere. *226*

B 10.6. TSEL-værdier for militære luftfartøjer. *229*

B 11 Beregningsmetode for flystøjbelastning indendørs. *231*

B 11.1 Princip for metode til beregning af flystøj indendørs *231*

B 11.2 Beregningsmetode for flystøj indendørs ud fra L_{DEN} *232*

B 11.3 Forskellige faktorers indflydelse på lydisolationen *233*

B 12 Lufthavne, flyvestationer og flyvepladser fordelt på amter. *235*

Litteratur *245*

Forord.

Med disse bilag til vejledning om støj fra flyvepladser foreligger et revideret og ajourført materiale til brug for beregning af flystøj.

Hensigten med at omarbejde og udvide indholdet af den tidligere vejledning fra Miljøstyrelsen om beregning af støj fra flyvepladser har været et ønske om at drage nytte af de senere års betydelige udvikling af beregningsmetoder og databaser. Hertil har de nordiske miljø- og luftfartsmyndigheders arbejde i Nordisk Ministerråds regi været til stor hjælp. Der er endvidere draget nytte af særskilt arbejde udført af Statens Luftfartsvæsen, Luftfartsverket (Sverige), DELTA Akustik & Vibration (tidligere Lydteknisk Institut), SINTEF DELAB (Norge) samt Acoustica.

Indledning.

Denne bilagsdel til Miljøstyrelsens vejledning nr. 5, 1994: "Støj fra flyvepladser - Vurdering, måling og beregning, regulering" omhandler flystøjberegninger samt i bilag 12 en oversigt over lufthavne, flyvestationer og flyvepladser fordelt på amter.

Bilag 1-11 tager sigte på:

- kvalitetskrav til flystøjberegninger (bilag 1, 2 og 5)
- oplysninger om databaser (bilag 3 og 6)
- gennemgang af forenklede beregningsmetoder (bilag 4, 7, 8 og 9)
- gennemgang af TDENL-metoden til støjkontrol (bilag 10)
- oplysninger om beregningsmetode for flystøjbelastning indendørs (bilag 11)

Bilagene erstatter den tidligere vejledning fra Miljøstyrelsen: nr. 5/1982: "Beregning af støj omkring flyvepladser".

Der er således både sket en ajourføring af indholdet og en række væsentlige ændringer og udvidelser i forhold til den nævnte vejledning. Hvor den tidligere vejledning næsten udelukkende handlede om beregning af støj fra almenflyvning, er der i disse bilag lagt vægt på også at behandle beregning af støj fra civil ruteflyvning.

Med indførelse af en nordisk minimumsmetode for flystøjberegninger og testeksempler (minitest) til afprøvning af beregningsmetodik og -program er der sket en væsentlig skærpelse af kravene til beregningsmetoder, som må anvendes i forbindelse med miljøgodkendelser. Der er endvidere givet eksempler på gennemførte beregninger for en stor lufthavn (maxitest) samt en almenflyveplads.

Der foreskrives brug af de bedst tilgængelige data for de enkelte flytyper. Disse data er søgt samlet sammen med den nordiske støj- og præstationsdatabase.

En helt ny beregningsmetode: "Punktberegningsmetoden" er blevet udviklet i nordisk regi. Metoden kan anvendes ved overvejelser om placering af støjfølsomt byggeri i et begrænset område nær en flyveplads, ved miljømyndighedernes klagesagsbehandling samt til punktvis kontrol af beregnede støjbelastningskurver.

Til løbende kontrol af støjbelastningen omkring en flyveplads kan den beskrevne TDENL-metode anvendes i mange tilfælde.

Arbejdet med vejledningen har været fulgt af en rådgivende gruppe bestående af:

Henrik Hvidtfeldt, Miljøstyrelsen (formand)
Mette Nøhr, Forsvarets Bygningstjeneste
H. J. Christensen, Forsvarskommandoen
Erling Dyrmose, Flyvertaktisk Kommando
Nic Michelsen, Statens Luftfartsvæsen
Gitte Moestrup, Ribe Amt (repræsentant for Amtsrådsforeningen)
Christian Svane, Lydteknisk Institut (fra 1/10-93: DELTA Akustik & Vibration)
Bent Voss, Miljøstyrelsen
P. B. Zahlekjær, Forsvarets Bygningstjeneste

Sekretærer:
Frode Guldborg-Jensen, Miljøstyrelsen
Hugo Lyse Nielsen, Miljøstyrelsen

B 1 Minimumsmetode for flystøjberegninger.

Denne minimumsmetode definerer de tekniske krav, som flystøjberegningsmetoder skal opfylde, hvis beregningsresultaterne skal kunne accepteres af miljømyndighederne i de nordiske lande.

Kravene er formuleret indirekte ved specifikation af en minimumsmetode. Minimumsmetoden indeholder de beregningstekniske elementer, det som minimum er nødvendigt at medtage for at sikre et tilfredsstillende beregningsresultat.

Grunden til at der angives en minimumsmetode i stedet for en eksplicit defineret metode er ønsket om, at flystøjberegninger kan udføres med programmer på flere niveauer med større eller mindre kompleksitet. Der findes i dag en række avancerede beregningsprogrammer, som det kan være svært at anvende for ikke-eksperter og som er unødvendigt avancerede ved simple beregningsopgaver (f.eks. mindre flyvepladser). Det er derfor ikke fundet hensigtsmæssigt at tilpasse minimumskravene til disse avancerede metoder. På den anden side vil det heller ikke være formålstjenligt at foreskrive en simplere metode, som udelukker anvendelsen af disse bedre programmer.

For de enkelte programmer må det dokumenteres at de anvendte beregningstekniske principper ikke er dårligere end minimumsmetodens. For ethvert program skal resultaterne af en minitest beskrevet i afsnit B 2.1 - B 2.3 fremlægges for miljømyndighederne. Hvis de anvendte beregningstekniske principper afviger fra minimumsmetodens skal resultaterne af minitesten ligge inden for det i minitesten angivne interval.

B 1.1 Principper for opstilling af beregningsforudsætninger

Flystøjberegninger kan kun udføres, når de nødvendige oplysninger, der fastlægger den individuelle beregningsopgave, er tilvejebragt.

Beregningsforudsætningerne opdeles i fire grupper.

B 1.1.1 Trafikale forudsætninger

- Beregningssituationen, der kan være karakteriseret ved den eksisterende eller en fremtidig (evt. tidligere) trafik.

- Trafikmængden, evt. fordelt på en række trafikkategorier.

- Trafikkens årsfordeling.

- Trafikkens døgn- og ugefordeling.

- Trafikkens fordeling på flytyper.

B 1.1.2 Forudsætninger om beflyvningen

- Banekonfigurationen med angivelse af retninger, længde, overflader, udvidelsesplaner m.v.

- Banebenyttelsen, der er betinget af de stedlige vindforhold kombineret med destination og oprindelsessteder for flytrafikken og evt. påvirket af miljømæssige restriktioner. Banebenyttelsen kan endelig afhænge af det enkelte flys vindfølsomhed.

- Flyvevejssystemet, der i vandret projektion viser flytrafikkens fordelingsmønster. Flyvevejene kan også være repræsenteret af flyvesektorer med en defineret trafikfordeling inden for hver sektor.

- Trafikkens fordeling på flyveveje eller flyvesektorer.

B 1.1.3 Støj- og præstationsdata

Bestemmelsen af støjbelastningen kræver, at der for hver af de benyttede flytyper foreligger følgende oplysninger:

- Kurver, der viser støjdosen L_{AE} og maksimalværdien L_{Amax} af lydtrykniveauet som funktion af den korteste afstand til flyet under forbiflyvning og som funktion af motorindstillingen.

- Flyveprofiler under start og udflyvning ved typiske startvægte med angivelse af højde, hastighed og motorindstilling som funktion af afstanden til punktet, hvor rulningen begynder.

- Flyveprofiler under anflyvning og landing.

Indput data formater er defineret i afsnit B 1.3.

For lufthavne og flyvestationer følges det princip, at støjbelastningen for hver enkelt flytypes operationer udregnes separat.

På grund af det meget store antal flytyper, der anvendes til almenflyvning, er det nødvendigt at forenkle forudsætningerne til nogle få repræsentative flytyper. Principperne for denne forenkling er beskrevet i bilag 5 og er baseret på en støj- og præstationsklassifikation.

Principperne består i at alle propelfly med MTOM under 5.700 kg deles i 4 støjklasser á 5 dB intervaller på basis af de enkelte flys støjtal, der er målt under støjcertificering. Endvidere deles flyene i 3 stigeprofilklasser. Ved støjberegningen kan enhver flytypesammensætning derefter forenkles til højst 3 "gennemsnitstyper" med hver sin stigeprofil.

Hvis der indgår helikopteroperationer i beregningsgrundlaget må der udarbejdes separate beregningsforudsætninger for disse. Ofte vil de anvendte flyveveje være pladsspecifikke og afvige fra flyvevejene, som følges af fastvingede fly. Flyveprocedurerne er endvidere ofte operatørspecifikke. Opstilling af beregningsforudsætninger for helikoptertrafikken vil derfor kræve direkte kontakt med operatørerne.

B 1.1.4 **Beregningsprincipper**

Beregningsprincipperne skal svare til minimumsmetodens principper, som er beskrevet i afsnit B 1.4 og B 1.5. Generelt anvendes de samme principper til beregning af støj fra civile lufthavne, almenflyvepladser og flyvestationer.

Principperne indeholder forudsætninger vedrørende f.eks.:

- meteorologiske betingelser for lydudbredelsen
- terrændæmpningsmodel
- retningskarakteristikker
- "flight effect".

B 1.2 Beregningsresultat

Minimumsmetoden er udformet så den kan anvendes både til at beregne det ækvivalente, konstante A-vægtede lydtrykniveau (L_{Aeq}) og det maksimale A-vægtede lydtrykniveau (L_{Amax}).

Minimumsmetoden omfatter kun selve beregningsmetodologien, hvorimod den af det enkelte nordiske land valgte vurderingsmetode (FBN, EFN, DENL) ikke er omfattet. Vurderingsmetoden omfatter specifikation af hvilken tidsperiode på året, der lægges til grund ved beregningen af L_{Aeq}, og hvorledes flyoperationerne skal vægtes på baggrund af det tidspunkt på døgnet og ugen, hvor de forekommer.

B 1.3 Input data formater

Afhængig af om det ønskede beregningsresultat skal udtrykkes ved L_{Aeq} eller L_{Amax} anvendes input støjdata for de enkelte fly udtrykt ved henholdsvis støjdosen L_{AE} eller maksimalværdien L_{Amax}.

Støjdata for hvert enkelt fly angives i et format, som viser støjniveauet som funktion af afstanden til flyet og af flyets motorindstilling P. Formatet er vist i tabel B 1.1 og er ens for L_{AE} og L_{Amax}. Både afstand og motorindstilling angives i stigende orden.

Støjdata hentes i almindelighed fra den nordiske støj- og præstationsdatabase [B 1.1] jf. bilag 3. Denne indeholder iøvrigt en metode til estimering af L_{Amax} ud fra L_{AE} (og omvendt).

Afstand	Motorindstilling				
	P_1	P_2	P_3	...	P_n
d_1	L_{11}	L_{12}	L_{13}	...	L_{1n}
d_2	L_{21}	L_{22}	L_{23}	...	L_{2n}
d_3	L_{31}	L_{32}	L_{33}	...	L_{3n}
.	.	.	.		.
.	.	.	.		.
.	.	.	.		.
d_m	L_{m1}	L_{m2}	L_{m3}	...	L_{mn}

Tabel B 1.1
Støjdataformat: L_{AE} eller L_{Amax} som funktion af korteste afstand d og motorindstilling P.

Støjniveauerne i formatet svarer til støjen målt under en overflyvning. Under overflyvningen regnes flyet inden for den tidsperiode, som er bestemmende for det aktuelle støjmål, at følge en ret bane med konstant hastighed og motorindstilling. Afstanden i formatet er den korteste afstand mellem fly og målposition under overflyvningen. Motorindstillingen udtrykkes i de for de enkelte fly relevante enheder (for jetfly normalt som thrust i lbs pr. motor). De angivne støjværdier skal være korrigeret til standardværdier for lufttemperatur, relativ luftfugtighed og lufttryk som beskrevet i [B 1.2], [B 1.3] og [B 1.4] (gyldighedsintervallet er: lufttemperaturer under 30°C, produktet af lufttemperatur (°C) og relativ fugtighed (%) større end 500, lufthastighed mindre end 8 m/s). For L_{AE} skal endvidere opgives den hastighed, som de angivne støjniveauer i formatet svarer til.

Ved bestemmelse af støjniveauer ved afstande og motorindstillinger mellem de i formatet angivne værdier anvendes interpolation. Mellem to motorindstillinger anvendes lineær interpolation, mens der mellem to afstandsværdier anvendes logaritmisk interpolation, som udtrykt i følgende formel:

$$L(d) = L(d_1) + (L(d_2) - L(d_1)) \frac{\log d - \log d_1}{\log d_2 - \log d_1} \qquad \text{(B 1.1)}$$

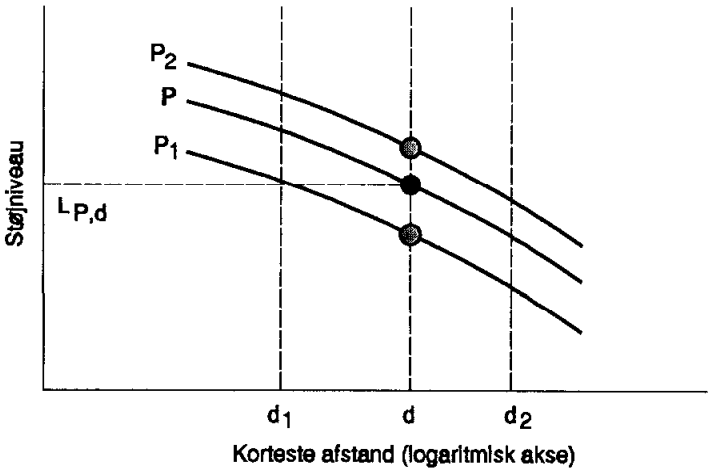
hvor

$L(d)$ er støjniveauet i den aktuelle afstand d,

$L(d_1)$ er støjniveauet i afstanden d_1 aflæst i støjdataformatet umiddelbart under d,

$L(d_2)$ er støjniveauet i afstanden d_2 aflæst i støjdataformatet umiddelbart over d.

De anvendte interpolationer er grafisk illustreret i figur B 1.1, hvor P er den aktuelle motorindstilling og P_1 og P_2 er motorindstillingerne i støjdataformatet umiddelbart under og over P.



Figur B 1.1
Interpolation i støjdataformat.

Det bør tilstræbes, at støjdata dækker relevante afstande og motorindstillinger i beregningerne. Førstnævnte er i de fleste databaser ca. 60- 7600 m (200-25000 ft). I modsat fald kan det blive nødvendigt at ekstrapolere data. Ekstrapolation sker efter samme principper som nævnt for interpolation.

Præstationsdata for hvert enkelt fly, for hver start- og landingsprocedure, angives i et format, som viser flyets højde i forhold til banens højde, hastighed i forhold til jorden (ground speed) og motorindstilling som funktion af afstanden fra startpunktet

(brake release) under en start eller til stoppunktet (end-of-roll) under en landing. På denne måde bliver der ingen principiel forskel på input data for en start og en landing, idet en landing blot kan betragtes som en baglæns start. Præstationsdataformatet er vist i tabel B 1.2. Afstanden x angives i stigende orden. Ved beregning af L_{Amax} skal oplysningen om hastighed i formatet ikke anvendes.

Afstand fra startpunkt/ stoppunkt	Højde	Hastighed	Motor-indstilling
x_0	h_0	V_0	P_0
x_1	h_1	V_1	P_1
x_2	h_2	V_2	P_2
x_3	h_3	V_3	P_3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
x_n	h_n	V_n	P_n

Tabel B 1.2
Præstationsdataformat: Højde, hastighed og motorindstilling som funktion af afstanden fra startpunkt/stoppunkt.

Der anvendes lineær interpolation mellem højdeværdier og motorindstillingsværdier, mens der ved interpolation mellem hastigheder antages konstant acceleration. Sidstnævnte udføres som udtrykt i følgende formel:

$$V = \sqrt{V_1^2 + \left(V_2^2 - V_1^2\right) \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}} \qquad \text{(B 1.2)}$$

hvor x er afstanden fra startpunktet/stoppunktet

V er hastigheden i afstanden x.
V_1 er hastigheden i afstanden x_1 i præstationsdataformatet umiddelbart under x.
V_2 er hastigheden i afstanden x_2 i præstationsdataformatet umiddelbart over x.

Anvendes et program, som udfører lineær interpolation mellem hastigheder (med den tilbagelagte afstand som interpolationsparameter), kan konstant acceleration simuleres ved at indlægge et tilstrækkeligt antal hastighedsværdier i input data.

Referencebetingelserne for præstationsdata er:

- ISA atmosfæriske forhold (15°C, 70% relativ luftfugtighed)
- 4,1 m/s (8 kts) modvind uden vindgradient
- Ingen hældning af banen
- Banen placeret 0 m over havet

Hvis de aktuelle beregningsbetingelser afviger fra referencebetingelserne, kan det blive nødvendigt at korrigere præstationsdata. Der er udarbejdet metoder for bestemmelse af ikke-standard-flyveprofiler. Det er dog kun i sjældne tilfælde, at der er behov for dette, og da sådanne metoder er svært tilgængelige, er de ikke medtaget i dette dokument. Skulle der blive behov for beregning af ikke-standard-flyveprofiler, må der henvises til [B 1.2] eller [B 1.3] (som stort set er identiske).

Præstationsdata hentes fortrinsvis fra den nordiske støj- og præstationsdatabase [B 1.1].

B 1.4 Beregningsmetode for en enkelt flyoperation

Beregningsmetoden er baseret på at metoden skal kunne beregne de i afsnit B 1.2 omtalte støjmål på baggrund af de i afsnit B 1.3 angivne formater.

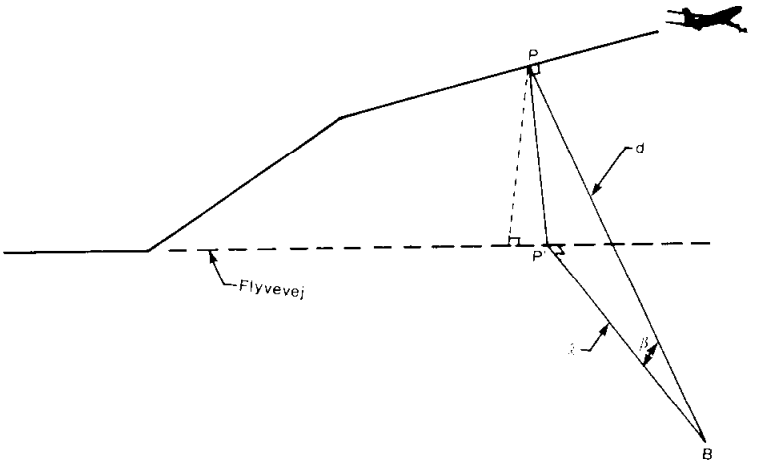
Forudsætningerne for at støjdata kan anvendes uden korrektioner til beregning af L_{AE} eller L_{Amax} i et beregningspunkt er (jævnfør afsnit B 1.3):

- Beregningspunktet er placeret på flyvevejen (dvs. under flyets bane)
- Flyets bane (og dermed flyvevejen) kan betragtes som ret på den strækning, der er bestemmende for støjdosen (L_{AE}) henholdsvis maksimalværdien (L_{Amax})
- Hastighed (kun for L_{AE}) og motorindstilling kan betragtes som konstant på den strækning, som er bestemmende for støjdosen.
- Hastigheden svarer til referencehastigheden (kun for L_{AE})

Hvis disse betingelser ikke er opfyldt, må resultatet korrigeres. Den grundlæggende metode til beregning af støjniveauet i et beregningspunkt uden korrektioner er omtalt i afsnit B 1.4.1, mens de nødvendige korrektioner omtales i afsnit B 1.4.2 - B 1.4.7.

B 1.4.1 Grundlæggende beregning før korrektioner

For en given flyvevej og flyveprofil findes det punkt, hvor afstanden mellem fly og beregningspunkt er mindst. Dette er illustreret i figur B 1.2, hvor punktet kaldes P, mens beregningspunktet kaldes B.



Figur B 1.2

Definition af geometriske parametre.

Ud fra præstationsdata bestemmes højde, hastighed og motorindstilling i punktet P. Afstanden fra P til B kaldet d beregnes. Med kendskab til den korteste afstand d og motorindstillingen kan støjniveauet i beregningspunktet uden korrektioner bestemmes ud fra støjdataformatet.

Hvis hastigheden i punktet P afviger fra referencehastigheden for støjdata (kun for L_{AE}), må der korrigeres for den ændrede varighed af støjbegivenheden, som den ændrede hastighed giver anledning til. Korrektionen er omtalt i afsnit B 1.4.2.

Hvis beregningspunktet ikke er beliggende tæt ved flyvevejen, må der korrigeres for den ekstra dæmpning, som den laterale placering giver anledning til, som omtalt i afsnit B 1.4.3. Den laterale dæmpning er en funktion af elevationsvinklen β mellem liniestykkerne BP' og BP og af afstanden ℓ fra B til P'. P' er, som vist på figur B 1.2, defineret som det punkt på flyvevejen, hvor PP^1 er vinkelret på flyets bane. Segmentet, som indeholder P, bliver herved normal til planen defineret ved punkterne P, P^1 og B.

Hvis motorindstillingen ændres på den strækning, som er bestemmende for det aktuelle støjmål, må der korrigeres som beskrevet i afsnit B 1.4.4.

Metoder for beregning af støjen omkring banen under start og landing er beskrevet i henholdsvis afsnit B 1.4.5 og B 1.4.6.

Hvis flyvevejen ikke er ret, må der korrigeres for den ændrede varighed af støjbegivenheden, som krumningen giver anledning til (kun for L_{AE}). Korrektion for drej er beskrevet i afsnit B 1.4.7.

B 1.4.2 **Korrektion for varighed**

Hvis flyets hastighed afviger fra referencehastigheden for støjdata vil støjbegivenhedens varighed ændres. Det vil derfor være nødvendigt at korrigere støjdosen L_{AE} for den ændrede varighed.

Korrektionen for varighed udføres, som udtrykt i følgende formel:

$$\Delta L_V = 10 \log \frac{V_{ref}}{V} \qquad \text{(B 1.3)}$$

hvor V_{ref} er referencehastigheden for støjdata og
V er den aktuelle hastighed udtrykt i samme enhed.

Da der er tale om en korrektion for varighed anvendes denne korrektion ikke ved beregning af maksimalværdi.

B 1.4.3 Korrektion for lateral dæmpning

Hvis beregningspunktet ikke er beliggende tæt ved flyvevejen, vil det være nødvendigt at korrigere for den ekstra dæmpning, som den laterale placering giver anledning til på grund af terrænnets indflydelse på lydudbredelsen. Denne dæmpning kaldes i dette dokument for den laterale dæmpning. Ofte er betegnelsen terrændæmpning blevet anvendt i stedet for lateral dæmpning. Betegnelsen er imidlertid uheldig, da man ved terrændæmpning normalt forstår den ekstra dæmpning terrænnet giver anledning til i forhold til et frit felt, hvorimod den laterale dæmpning er defineret som den ekstra dæmpning i forhold til en overflyvning. Da støjniveauet målt under en overflyvning typisk er 1-3 dB større end ved frit felt, vil den laterale dæmpning være tilsvarende større end terrændæmpningen.

I det følgende angives en metode for beregning af den laterale dæmpning under neutrale vindforhold (0-vind) og en metode for moderat medvind (ca. 2 m/s på tværs af flyveretningen).

Lateral dæmpning ved neutrale vindforhold. (Benyttes i Danmark).

For neutrale vindforhold anvendes den metode for beregning af lateral dæmpning, som er beskrevet i SAE AIR 1751 [B 1.5] og som også er en del af [B 1.2], [B 1.3] og [B 1.4]. SAE AIR 1751 forudsætter en plan terrænoverflade med akustiske egenskaber svarende til kortklippet græs.

På basis af den horisontale afstand ℓ (i meter) beregnes den laterale dæmpning $G(\ell)$ i dB, når flyet er på jorden, ud fra følgende formel:

$$G(\ell) = 15{,}09(1-e^{-0{,}00274\ell}) \text{ for } 0 < \ell < 914 \text{ m}$$
$$G(\ell) = 13{,}86 \qquad \ell \geq 914 \text{ m} \qquad \text{(B 1.4)}$$

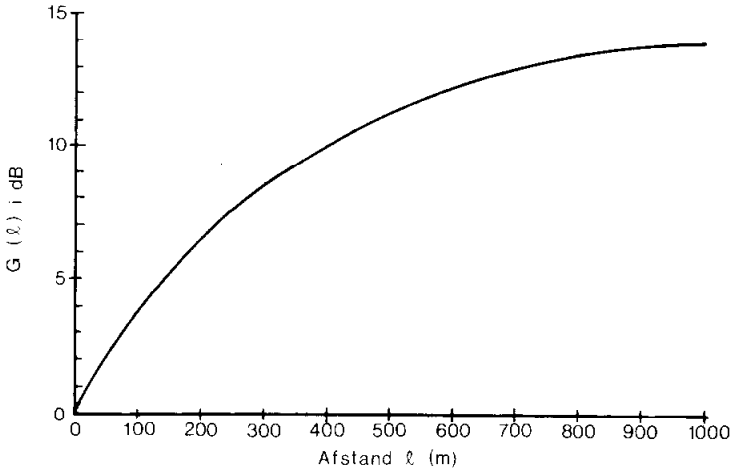
På basis af elevationsvinklen β (i °) beregnes den laterale dæmpning $G(\beta)$, når flyet er i luften og den horisontale afstand ℓ er større end 914 m, ud fra følgende formel:

$$G(\beta) = 3{,}96 - 0{,}066\beta + 9{,}9e^{-0{,}13\beta} \text{ for } 0° \leq \beta \leq 60°$$
$$G(\beta) = 0 \qquad \beta > 60° \qquad \text{(B 1.5)}$$

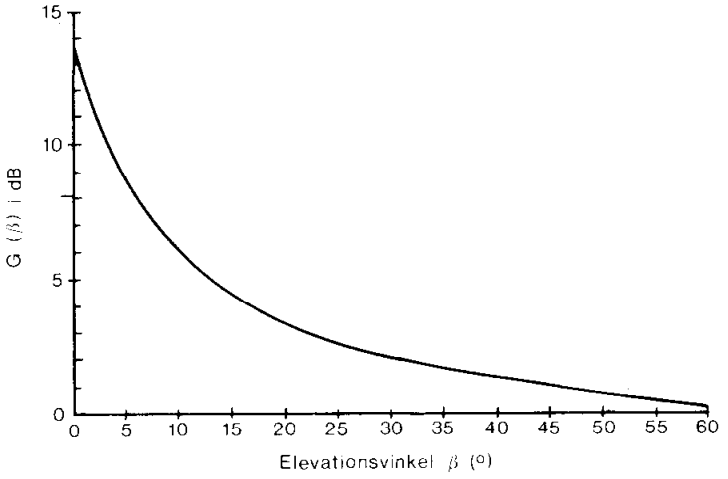
Når flyet er i luften og afstanden ℓ er mindre end eller lig med 914 m beregnes den laterale dæmpning $G(\beta,\ell)$ ved en kombination af formel (B 1.3) og (B 1.4):

$$G(\beta,\ell) = \frac{G(\ell)G(\beta)}{13{,}86} \qquad \text{(B 1.6)}$$

Formlerne (B 1.4) og (B 1.5) er illustreret i figur B 1.3 og B 1.4.



Figur B 1.3
SAE AIR 1751. Anbefalet prædikteringskurve for $\beta = 0$.



Figur B 1.4
SAE AIR 1751. Anbefalet prædikteringskurve for $\beta > 0$ *og* $\ell >$ *914 m.*

Lateral dæmpning ved moderat medvind.

For moderat medvind anvendes metoden beskrevet i [B 1.6]. Metoden er baseret på ovenfor nævnte metode for neutral vind, men før anvendelse af formlerne (B 1.4) - (B 1.6) modificeres elevationsvinklen. Den modificerede elevationsvinkel β' beregnes af følgende formler:

$$\beta' = \beta + \Delta\beta(\ell) \qquad \text{(B 1.7)}$$

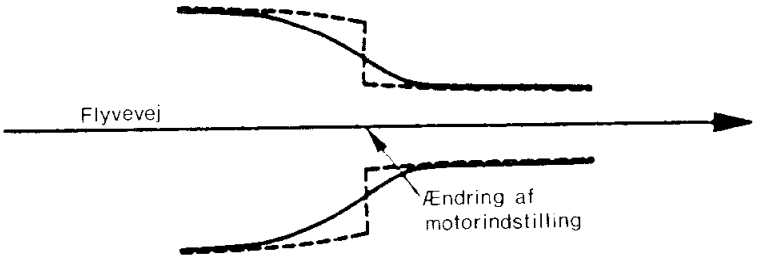
hvor

$$\Delta\beta(\ell) = 1{,}13 \log (\ell^2 + 525) - 3{,}03 \qquad \ell < 914 \text{ m}$$
$$\Delta\beta(\ell) = 3{,}66 \qquad \ell \geq 914 \text{ m} \qquad \text{(B 1.8)}$$

B 1.4.4 Støj ved ændring af motorindstillingen

Hvis motorindstillingen og dermed flyets støjemission ikke ændres eller ændres langsomt, vil antagelsen om at den for et givet beregningspunkt relevante motorindstilling svarer til værdien i det nærmeste punkt P, være rimelig.

Hvis der derimod sker hurtige, betydelige ændringer af motorindstillingen, vil dette princip give anledning til diskontinuiteter i de beregnede støjkonturer, som illustreret i figur B 1.5 med punkteret linie. Dette kan naturligvis ikke være korrekt og for støjdosen L_{AE}, som er en summation af energien fra hele flypassagen, bør støjkonturen nærmere være, som illustreret med fuldt optrukket linie i figur B 1.5. Figur B 1.5 skal opfattes som en principfigur, der visualiserer problemstillingen. Ofte ses, at programmer, som ikke indeholder en egentlig model til beregning af virkningen af motorindstillingsændringer, anvender en gradvis ændring af motorindstilling i præstationsdata til at simulere den gradvise ændring af støjkonturen.



Figur B 1.5
Korrektion for ændring af motorindstilling.

Også for maksimalniveauet L_{Amax} bør overgangen være blødere, da der her vil være tale om, at maksimalniveauet i overgangsområdet bestemmes af andre dele af flyveprofilen end den del, der er nærmest beregningspunktet.

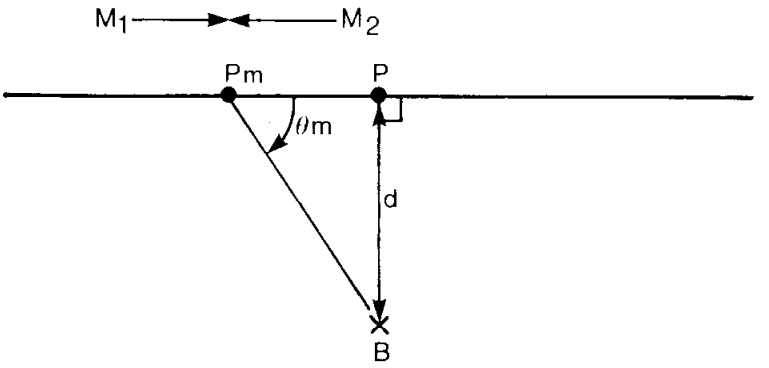
Der bør derfor i beregningsmetoden anvendes en algoritme, som på rimelig vis kan eliminere sådanne diskontinuiteter i de beregnede støjkonturer.

En nøjagtig bestemmelse af støjniveauet i beregningspunkter placeret i nærheden af steder med pludselige ændringer af motorindstillingen er en yderst kompliceret sag. En nøjagtig bestemmelse kræver kendskab til de enkelte flys retningskarakteristik og inkluderer i princippet motorindstillingsændringer under hele flypassagen. Retningskarakteristikken vil variere fra flytype til flytype og specielt vil der være store principielle forskelle mellem jetfly, som normalt har et maksimum i udsendt støj 30-60° fra haleretningen, propelfly, som nærmere er rundstrålende og helikoptere, som kan have maksimum næsten hvor som helst, og som ikke har en retningskarakteristik, der er rotationssymmetrisk omkring længdeaksen, som det er tilfældet for fastvingede fly.

Som minimum kan der benyttes en simpel metode til bestemmelse af overgangen i støjkonturerne dels for støjdosen L_{AE} dels for maksimalværdien L_{Amax}. I metoden skelnes ikke mellem forskelle i flyenes retningskarakteristik. Metoden er baseret på formler fra [1.7] for en generaliseret retningskarakteristik.

Først bestemmes vinklen θ_m (i °) mellem flyets retning og retningen P_mB, hvor P_m er det punkt, hvor motorindstillingen ændres, og hvor B er beregningspunktet, som illustreret i figur B 1.6.

Hvis P_mB er større end ca. 3 gange PB, kan der normalt ses bort fra motorindstillingsændringen, ved beregning af L_{AE}, mens P_mB tilsvarende mindst skal være ca. 2 gange større end PB ved beregning af L_{Amax}.



Figur B 1.6

Definition af geometriske parametre ved motorindstillingsændring.

Støjdosen L_{AE} i et beregningspunkt placeret i nærheden af en motorindstillingsændring beregnes af følgende formel:

$$L_{AE}(d) = 10 \log \left(F(\theta_m) 10^{\frac{L_{AE,1}(d)}{10}} + (1 - F(\theta_m)) 10^{\frac{L_{AE,2}(d)}{10}} \right) \qquad \text{(B 1.9)}$$

hvor $L_{AE,1}(d)$

er støjdosen i afstanden d ved motorindstillingen før P_m

$L_{AE,2}(d)$ er støjdosen i afstanden d ved motorindstillingen efter P_m,

$F(\theta_m)$ er den relative andel af energien fra $\theta = 0°$ til $\theta = \theta_m$.

Den relative andel $F(\theta)$ af energien fra 0° til θ beregnes efter følgende formel:

$$F(\theta) = \frac{\theta}{180} - \frac{\sin(\theta)\cos(\theta)}{\pi} \qquad \text{(B 1.10)}$$

Princippet kan iøvrigt nemt udvides til 2 eller flere motorindstillingsændringer, idet den relative andel af energien fra θ_{m1} til θ_{m2} udtrykkes ved $F(\theta_{m2})-F(\theta_{m1})$.

Maksimalværdien L_{Amax} beregnes af fra følgende to formler, hvor den største værdi anvendes:

$$L_{Amax}(d) = L_{Amax,1}(d)$$

$$L_{Amax}(d) = L_{Amax,2}(d) + 10 \log \left(\sin^4(\theta_m)\right) \qquad \text{(B 1.11)}$$

hvor

$L_{Amax,1}(d)$ er maksimalværdien i afstanden d ved motorindstillingen på det segment, som indeholder punkt P

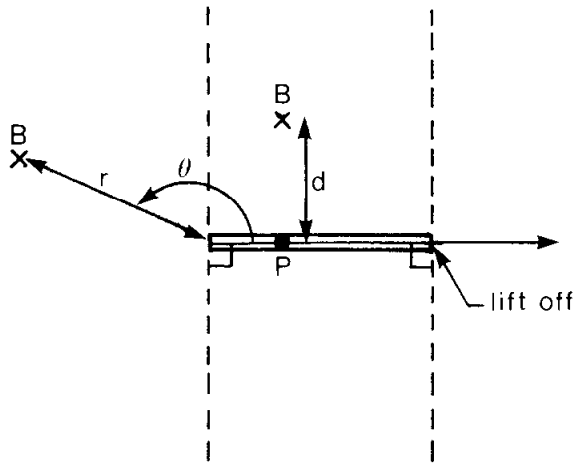
$L_{Amax,2}(d)$ er maksimalværdien i afstanden d ved den ændrede motorindstilling på det tilstødende segment.

Også her er det muligt at udvide princippet til flere motorindstillinger, idet den anden af de to formler gentages for hver motorindstillingsændring, og den største af de beregnede værdier anvendes.

B 1.4.5 Støj fra rulning på banen under start

Beregning af støjbelastningen i beregningspunkter vinkelret på banen og bag startpunktet er en yderst kompliceret sag, når disse beregninger skal gennemføres på basis af det valgte støjdataformat. Som nævnt i begyndelsen af afsnit B 1.4 forudsættes det, for at støjdata kan anvendes uden korrektioner, bl.a. at flybanen er ret (og underforstået "uendelig" lang) og at flyets hastighed og motorindstilling ikke ændrer sig inden for den del af flyvevejen, som er bestemmende for støjmålet. Under et startende flys acceleration fra startpositionen (brake release) til flyet letter (liftoff) er ingen af disse forudsætninger opfyldt. Hertil kommer at støjudsendelsen fra et jetflys udblæsningsstråle, som er den væsentligste støjkilde for denne type fly, i høj grad vil påvirkes af flyets hastighed, selv om motorindstillingen er konstant. Denne effekt, som normalt kaldes "flight effect", betyder for de fleste jetfly en dæmpning på ca. 7 dB for hver 100 m/s (omtrent 194 kts) flyets hastighed øges. Effekten er specielt af betydning under rulning på banen, hvor den udsendte støj vil være 5-6 dB større i startpositionen end ved lift-off. Der tages i dette dokument kun hensyn til "flight effect" under flyets rulning på banen i forbindelse med en start.

En fuldt tilfredsstillende metode til korrektion af støjdata i det valgte format, som på passende vis korrigerer for flybanens endelige længde, retningskarakteristikkens indflydelse og hastighedens indflydelse på varighed og støjemission, er endnu ikke udviklet. En simpel metode til bestemmelse af støjen i beregningspunkter ved siden af og bag ved banen er indeholdt i [B 1.2], [B 1.3] og [B 1.4], og er her medtaget som minimumsmetode. I beregningspunkterne beliggende vinkelret på banen er alle de ovenfor nævnte effekter søgt indregnet i varighedskorrektionen ved beregning af L_{AE}. De i metoden anvendte geometriske parametre er defineret i figur B 1.7.



Figur B 1.7
Definition af geometriske parametre under rulning på banen.

Ved beregning af støjdosen L_{AE} i et punkt B ved siden af banen (mellem de punkterede linier) findes først det nærmeste punkt P på banen, afstanden d mellem B og P og og flyets hastighed i punktet P beregnet efter følgende formel:

$$V = \sqrt{V_0^2 + (V_L^2 - v_0^2)(\frac{x}{x_L})} \qquad \text{(B 1.12)}$$

hvor V_0 er flyets hastighed i startpositionen
V_L er flyets hastighed ved lift-off,

x er den tilbagelagte afstand til P langs banen ($x \leq x_L$),
x_L er længden af rullestrækningen i samme enhed som x.

Herefter kan støjdosen beregnes efter følgende formel:

$$L_{AE}(x,y) = L_{AE,TO}(d) + \Delta L_V - G(0,d) \qquad \text{(B 1.13)}$$

hvor

$L_{AE,TO}(d)$ er støjdosen i den korteste afstand til banen d og ved motorindstilling take-off (ved lift-off),

ΔL_v er varighedskorrektion beregnet som nævnt i afsnit B 1.4.2.

Flyets starthastighed V_0 sættes normalt til 16 kts eller 32 kts. Disse hastigheder er ikke valgt, fordi de repræsenterer typiske hastigheder, men fordi de giver den bedste tilnærmelse efter anvendelse af korrektionen ΔL_V til faktisk forekommende støjniveauer. Korrektionen dækker således både virkningen af øget varighed og "flight effect". De 16 og 32 kts giver eksempelvis ved en letningshastighed på 160 kts henholdsvis korrektioner på +10 og +7 dB ved startpositionen relativt til letningspunktet. I den nordiske støj- og præstationsdatabase, som hovedsagelig er baseret på den nyeste version af databasen (Version 10) til beregningsprogrammet INM-3 [B 1.7], anvendes 16 kts.

Maksimalværdien L_{Amax} beregnes også efter formel (1.13), idet $L_{AE,TO}(d)$ erstattes af $L_{Amax,TO}(d)$, og ΔL_V beregnes efter følgende formel (ΔL_V bliver her udelukkende en korrektion for "flight effect" og ikke for varighed, som ikke medtages i maksimalværdiberegninger):

$$\Delta L_V = 0{,}036 \left(V_L - V \right) \quad \text{i dB} \qquad \text{(B 1.14)}$$

hvor V_L og V i kts er som defineret ovenfor.

Ved beregning af støjdosen L_{AE} eller maksimalværdien L_{Amax} i et punkt B bag startpositionen beregnes først den radiale afstand r fra startpositionen til punktet B samt vinklen θ i grader mellem retningen til B og baneretningen, som vist på figur B 1.7. Herefter beregnes støjniveauet efter følgende formel:

$$L(x,y) = L(0,r) + \Delta L_\theta \qquad \text{(B 1.15)}$$

hvor L betegner L_{AE} eller L_{Amax}. L(0,r) er beregnet efter formel (1.13) og ΔL_θ er beregnet efter følgende formler:

For $90° \leq \theta \leq 148{,}4°$

$$\Delta L_\theta = 51{,}44-1{,}553\theta+0{,}015147\theta^2-0{,}0000471730\theta^3 \qquad \text{(B 1.16)}$$

For $148{,}4° < \theta \leq 180°$

$$\Delta L_\theta = 339{,}18-2{,}58020\theta-0{,}0045545\theta^2+0{,}0000441930\theta^3 \qquad \text{(B 1.17)}$$

Ved start med propelfly eller andre fly med en retningskarakteristik, som nærmere må betragtes som rundstrålende, bør ΔL_θ sættes til 0. Samtidig bør begyndelseshastigheden V_0 øges for at tage hensyn til at "flight effect" kun forekommer for jet. Det skønnes at en hastighed, som er ca. 3 gange mindre end letningshastigheden er passende.

B 1.4.6 Støj fra rulning på banen under landing

Støj fra rulning på banen under landing har ikke den samme praktiske betydning for den samlede støjbelastning som støj fra rulning under start.

Hvis der ikke anvendes reversering, vil motorindstillingen normalt være tomgang og derfor helt uden støjmæssig betydning. Der kan vælges at se helt bort fra denne del af landingen, eller der kan alternativt anvendes samme formler som ved start, idet $L_{AE,TO}$ og $L_{Amax,TO}$ erstattes med tilsvarende værdier ved en passende lav motorindstilling, normalt tomgang, og ΔL_θ sættes til 0 (afslutning med halvcirkel).

Anvendes reversering som bremsemiddel (jetudblæsningsreversering eller reversering med vendbare propeller) kan det afhængigt af reverseringsgraden påvirke den samlede støjbelastning. De karakteristiske forskelle ved en landing med reversering i forhold til en start er, at både jetfly og propelfly er omtrent rundstrålende og at støjemissionen falder ved faldende hastighed (ved konstant motorindstilling).

Aktivering af reverseringsanordningen for jetfly giver normalt på grund af de ændrede aerodynamiske forhold anledning til en forøget støj ved uændret motorindstilling. Der er ikke udviklet modeller til beskrivelse af dette, men det anbefales at bestemme støjen ud fra støjdataformatet svarende til den faktisk anvendte motorindstilling og tilføje en korrektion for ændringen i de aerodynamiske forhold. Hvis der er tale om fly med en udvendig reverseringsanordning vil korrektionen normalt udgøre 5-10 dB. For Kapitel 2 fly med en udvendig reverseringsanordning anbefales det som en passende middelværdi at anvende en

korrektion på 8 dB, mens det anbefales at anvende 5 dB for Kapitel 3 fly. For fly med en indvendig reverseringsanordninger er forøgelsen af støjen på grund af de aerodynamiske forhold yderst begrænset og det anbefales ikke at tilføje en korrektion for disse fly. Det må pointeres at disse skøn er grove og baseret på meget begrænsede data.

For propelfly med mulighed for propellerreversering har det ikke være muligt at fastlægge tilsvarende simple principper. Betydningen af reversering må derfor skønnes i hvert enkelt tilfælde. Ved en blandet trafik med jetfly, hvor disse dominerer støjbelastningen, kan der eventuelt ses bort fra reversering for propelfly.

Endvidere anbefales det, i forbindelse med reversering, at ΔL_V og ΔL_θ sættes til nul svarende til, at konturerne langs banen bliver parallelle med banen og afsluttes med halvcirkler bag stoppunktet.

B 1.4.7 Korrektion for drej

Når en flyvevej involverer et drej vil støjdosen øges på indersiden af drejet og mindskes på ydersiden af drejet. Dette skyldes ændringen i støjbegivenhedens varighed i forhold til en ret flyvevej. Afhængigt af drejets størrelse vil korrektionen på indersiden typisk kunne være op til +2 til +4 dB, mens korrektionen på ydersiden sjældent vil udgøre mere end -1 til -2 dB.

I forbindelse med beregning af maksimalværdier skal der ikke korrigeres for drej.

Både [B 1.2], [B 1.3] og [B 1.4] indeholder beskrivelser af metoder til korrektion for drej. Metoden i [B 1.2] er valgt som minimumsmetode, da denne metode er den simpleste og kræver mindst beregningstid. Metoden i [B 1.3] er baseret på en segmentering af flyvevejene. Efter segmenteringen adderes støjdoserne fra alle segmenter. Metoden er mere generel end metoden i [B 1.2] og derfor i princippet bedre, men omkostningerne vil være en forøget beregningstid.

I den valgte minimumsmetode, som skal beskrives i det følgende, foretages korrektion for drej både på ydersiden og på indersiden af et drej. Det forudsættes i metoden at en flyvevej består af rette og cirkulære segmenter og korrektionen udføres for beregningspunkter i nærheden af et cirkulært segment.

Korrektionsproceduren deles i tre trin:

1) Først beregnes støjdosen L_{AE} fra det nærmeste segment under antagelse af at flyvevejen var ret. Det nærmeste segment er defineret som det segment, der indeholder det punkt i flyets bane (kaldet P i afsnit B 1.4.1), hvor afstanden mellem punktet og beregningspunktet er mindst.

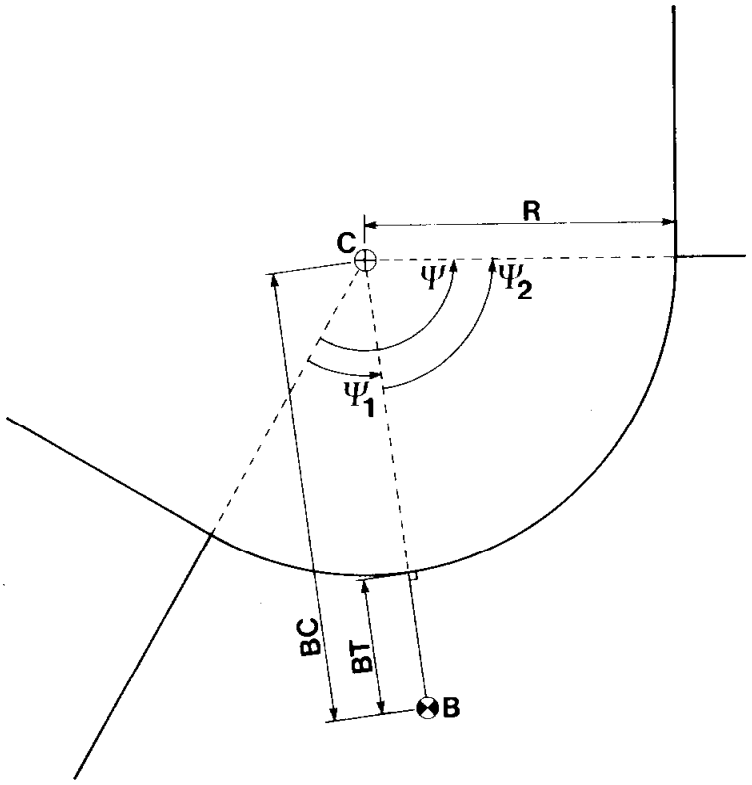
2) Hvis beregningspunktet er placeret på ydersiden af et cirkulært segment adderes en negativ korrektion i dB til den beregnede støjdose. Hvis beregningspunktet er placeret inden for den cirkel, der defineres af centrum og krumningsradius for det cirkulære segment (på indersiden), adderes en positiv korrektion til den beregnede støjdose.

3) Eksisterer der mere end et segment ud over det nærmeste segment, hvor normalen til segmentet gennem beregningspunktet skærer segmentet, kaldes det segment, hvor afstanden til segmentet er mindst, for det næstnærmeste segment. Hvis der eksisterer et næstnærmeste segment, tages bidraget fra dette segment i betragtning, idet der ved beregning af bidraget dog anvendes en modificeret afstand.

Korrektion på ydersiden af et drej.

Figur B 1.8 viser en flyvevej, som indeholder et cirkulært segment. Segmentet defineres af centrum C, drejningsvinklen Ψ og drejningsradius R.

Korrektionen medtages hvis beregningspunktet B på den ydre side af drejet befinder sig inden for vinkelområdet Ψ. En linie gennem C og B deler Ψ (målt i radianer) i vinklerne Ψ_1 og Ψ_2. Afstanden fra beregningspunktet til flyvevejen kaldes BT, mens afstanden til centrum kaldes BC.



Figur B 1.8
Geometriske parametre ved korrektion på ydersiden af et drej.

Korrektionen beregnes af følgende udtryk:

$$\Delta L_{AE} = 10 \left[\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right) \right] \log \left[1 - 2.75 \left(\frac{BT}{BC}\right) \frac{\Psi_1 \, \Psi_2}{\Psi^2} \right] \quad \text{(B 1.18)}$$

ΔL_{AE} vil være negativ (eller 0 når BT = 0 eller en af vinklerne Ψ_1 og Ψ_2 er 0).

Orienterende kan det nævnes, at korrektionen ved drej mindre end 23° vil være mindre end 1 dB, og det kan overvejes at udelade korrektionen ved små vinkler.

Korrektion på indersiden af et drej.

Figur B 1.9 viser samme flyvevej som på figur B 1.8, men denne gang er hele cirklen, defineret af centrum C og drejningsradius R, tegnet. Korrektion for drej medtages, hvis beregningspunktet B befinder sig inden for cirklen svarende til at BC skal være mindre end R.

Korrektionen beregnes af følgende udtryk:

$$\Delta L_{AE} = 10 \log \left(1 + \frac{\psi}{\pi} \left[\frac{R-BC}{R} \right]^2 \right) \qquad \text{(B 1.19)}$$

ΔL_{AE} vil være positiv (eller 0 når BC = R eller Ψ er 0).

Orienterende kan det nævnes at korrektionen ved drej mindre end 45° vil være mindre end 1 dB, og det kan overvejes at udelade korrektionen ved små vinkler.

Bidrag fra næstnærmeste segment.

Figur B 1.10 viser samme flyvevej som på figur B 1.8. I sektoren bag drejningscentrum eksisterer der et næstnærmeste segment (defineret ovenfor under trin 3). Punktet på nærmeste segment med den korteste afstand til beregningspunktet B kaldes A, mens tilsvarende punkt på næstnærmeste segment kaldes D. Den korteste afstand til det nærmeste og næstnærmeste segment kaldes således henholdsvis BA og BD.

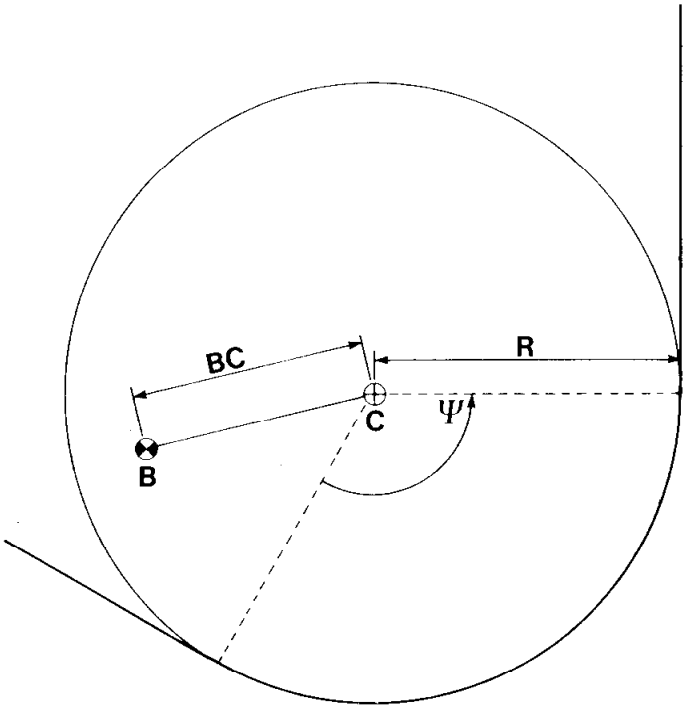
Ved beregning af bidraget fra det næstnærmeste segment anvendes i stedet for afstanden BD en korrigeret afstand B'D, som udtrykt ved følgende formel:

$$B'D = \frac{BD}{\sin\left[\arctan\left(4\frac{ATD}{ABD}\right)\right]} \qquad \text{(B 1.20)}$$

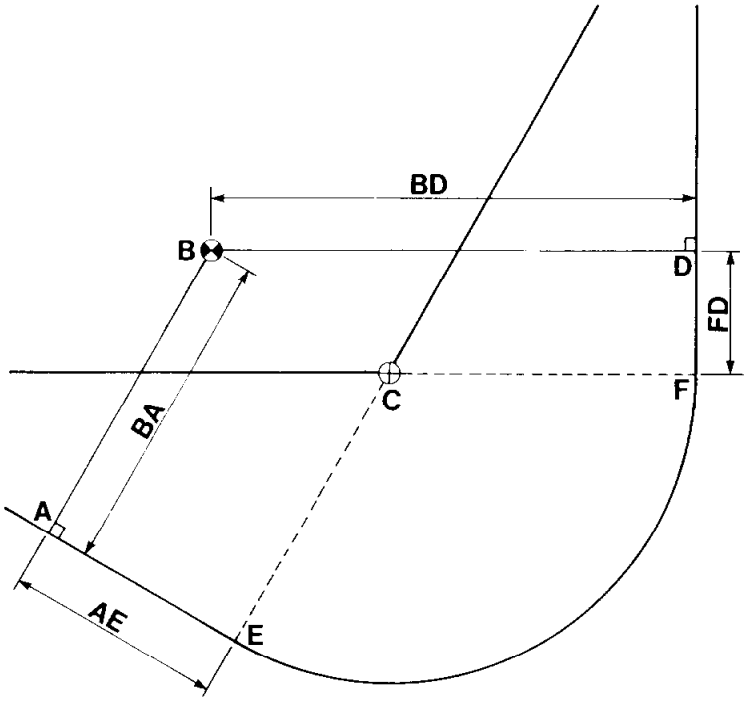
ABD = BA + BD mens ATD er afstanden fra A til D målt langs flyvevejen, når kun længden af de rette segmenter medtages. ATD = AE + FD, når der kun er et cirkulært segment på strækningen.

Den samlede støjdose i B findes ved at addere bidraget fra det nærmeste og det næstnærmeste segment.

Orienterende kan det nævnes at bidraget fra det næstnærmeste segment normalt vil øge den samlede støjdose med mindre end ca. 1 dB, hvis BD > 2BA, og at korrektionen ved drej mindre end 17° vil være mindre end 1 dB uanset forholdet mellem BD og BA. I disse tilfælde kan korrektionen eventuelt udelades.



Figur B 1.9
Geometriske parametre ved korrektion på indersiden af et drej.



Figur B 1.10
Geometriske parametre ved bidrag fra næstnærmeste segment.

B 1.4.8 **Muligheder for metodeforbedringer**

Minimumsmetoden er en simplificeret metode, som sikrer at beregningsresultaterne har en vis minimumskvalitet. For fuldstændighedens skyld skal der i dette afsnit nævnes en række muligheder for at forbedre beregningsnøjagtigheden i forhold til minimumsmetoden. Mulighederne for forbedringer ligger primært i anvendelse af mere komplicerede beregningsteknikker. To teknikker, kaldet segmentering og simulation er beskrevet nedenfor. Derudover kan beregningsresultatet forbedres ved at indkludere aktuelle meteorologiske forhold i stedet for standardforholdene, tage hensyn til aktuelle topografiske forhold i stedet for at forudsætte plant terræn og tage hensyn til terrænets aktuelle overfladeegenskaber (ved fx. vandoverflader) i stedet for at forudsætte en græsoverflade.

En teknik til forbedring af beregningsnøjagtigheden ved beregning af støjdosen L_{AE}, som anvendes i flere af de mere avancerede programmer, er segmentering. Flyvevejen opdeles herved i segmenter, som hver især tilnærmelsesvis opfylder forudsæt-

ningerne for anvendelse af støjdataformatet (ret flyvevej, konstant hastighed og motorindstilling). Støjniveauet beregnes så for hvert segment og korrigeres for segmentets længde inden bidraget fra alle segmenter summeres. Segmentering kan løse flere af de beregningstekniske problemer, bl.a. andet problemet med ændring af motorindstillingen omtalt i afsnit B 1.4.4 og problemet med den ændrede varighed i forbindelse med et drej som omtalt i afsnit B 1.4.7. Omkostningerne ved anvendelse af en høj grad af segmentering i forhold til den her beskrevne minimumsmetode er forøget beregningstid.

En anden teknik, som giver endnu bedre løsninger på de beregningstekniske problemer, er simulation. Ved simulation beregnes øjeblikksstøjen med små tidsintervaller som funktion af tiden under en start eller en landing. Ud fra tidsforløbet bestemmes så støjdosen eller maksimalværdien. Ved simulation vil der ikke blive tale om korrektioner, som omtalt i afsnit B 1.4.2 - B 1.4.7, idet de her omfattede problemstillinger vil være en integreret del af simulationen. Ulempen ved anvendelse af simulation er en betragtelig forøgelse af beregningstiden selv i forhold til segmenteringsteknikken.

B 1.5 Beregningsmetode for støjbelastning fra samlet trafik

B 1.5.1 Beregningsnetværk

Resultatet af en beregning af støjbelastningen fra flytrafik angives i almindelighed som støjkonturer tegnet på en kortbaggrund. En støjkontur er en kurve tegnet gennem punkter med samme støjbelastning. Støjkonturer bestemmes på basis af den beregnede støjbelastning i enkeltpunkter, men bestemmelsen kan udføres på to principielt forskellige måder: ud fra et beregningsnetværk eller ved kontursøgning.

Ved netværksmetoden udføres beregninger af støjbelastningen i et passende stort antal beregningspunkter arrangeret i et netværk. Normalt anvendes et regulært net med en passende maskevidde, men også irregulære net kan komme på tale. Når beregninger i netværkspunkterne er gennemført, bestemmes støjkonturerne ud fra ud fra netværksværdierne. Almindeligvis anvendes blot lineær interpolation mellem netværkspunkterne eventuelt kombineret med en kurveudglatning.

Minimumskravene skal her baseres på et regulært netværk med anvendelse af lineær interpolation og uden kurveudglatning. Et

tilstrækkeligt krav til beregningsnetværkets maskevidde er at denne skal svare til 2 mm på det kort, som beregningsresultatet skal vises på. Dette svarer til en maskevidde på 50, 100 og 200 m ved måleforhold på henholdsvis 1:25000, 1:50000 og 1:100000. Hvis der er tale om orienterende beregninger, eller de aktuelle konturer er beliggende i meget stor afstand fra lufthavnen, kan maskevidden undtagelsesvis øges med 50-100%. Anvendes der et irregulært netværk, en bedre interpolationsmetode og kurveudglatning kan antallet af beregningspunkter formodentlig reduceres.

Ved kontursøgningsmetoden søges efter konturpunkter i forskellige retninger, som til sidst forbindes til en sammenhængende kontur. Der startes med et gæt på konturpunktets placering i den valgte retning, og en beregning af støjbelastningen udføres i punktet. På basis af resultatet gættes på et nyt punkt, og på denne måde findes det rigtige punkt ved iteration. Iterationsprocessen kan stoppes, når den beregnede støjbelastning er mindre end 0,5 dB fra den ønskede konturværdi.

B 1.5.2 **Lateral spredning**

I forbindelse med ud- og indflyvning langs en nominel flyvevej vil de praktiske flyveveje uundgåeligt afvige mere eller mindre fra den nominelle. Dette fænomen kaldes lateral spredning (horisontal spredning), eller blot spredning omkring flyvevejen. Når flyene tilstræber at følge en bestemt flyvevej, vil spredningen omkring flyvevejen i almindelighed være normalfordelt (gaussisk fordelt). Ud- og indflyvning langs flyveveje med tilhørende normalfordelt spredning forekommer ofte i forbindelse med instrumentflyvninger (IFR).

Ud- og indflyvning kan også foregå i en sektor, som angiver et afgrænset område, hvori flyvninger kan forekomme. Da det i en sektor ikke tilstræbes at følge en bestemt flyvevej, men blot at holde sig inden for sektoren, vil man oftest regne spredningen i en sådan sektor for jævnt fordelt inden for sektoren. Ud- og indflyvning i sektorer forekommer oftest i forbindelse med visuelle flyvninger (VFR).

Det anbefales for at opnå størst nøjagtighed i beregningerne at bestemme flyvevejene og deres spredningsområde ved hjælp af radar-tracking.

Hvis sådanne målinger ikke er tilgængelige kan de nominelle flyveveje eller skønnede middelflyveveje (medianflyveveje) anvendes i stedet. I dette tilfælde anvendes ved beregning af

ækvivalentniveau (EFN/FBN/L_{DEN}) den i det følgende omtalte model for standardspredning omkring flyvevejene i forbindelse med IFR-flyvninger [B 1.2]. Idet det antages at spredningen er normalfordelt med middelværdien placeret på den angivne flyvevej, vil standardafvigelsen i forbindelse med en start være som udtrykt i følgende formler:

a) Flyveveje som indeholder et drej mindre end 45°.

$$s(x) = 0{,}055\ x - 0{,}150, \text{ for } 5 \text{ km} \leq x \leq 30 \text{ km} \qquad \text{(B 1.21)}$$
$$= 1{,}5 \text{ km, for } x > 30 \text{ km}$$

b) Flyveveje som indeholder et drej større end 45°.

$$s(x) = 0{,}128\ x - 0{,}42, \text{ for } 5 \text{ km} \leq x \leq 15 \text{ km} \qquad \text{(B 1.22)}$$
$$= 1{,}5 \text{ km, for } x > 15 \text{ km}$$

I disse formler er s(x) standardafvigelsen og x afstanden fra startpositionen i km. Mellem letningspunktet, hvor s (x) = 0 og x = 5 km anvendes i begge tilfælde lineær interpolation i henhold til metoden beskrevet i [B 1.2]. Denne metode er imidlertid ikke særlig operationel, da det er nødvendigt ved opdeling af trafikken på spredningsflyveveje at definere forskellige spredningsflyveveje for hver enkelt flytype. En mere operationel fremgangsmåde er at forlænge gyldigheden af formel (B 1.21) og (B 1.22) ned til den x-værdi, hvor s (x) bliver 0. Dette forekommer ved x = 2,7 km i formel (B 1.21) og x = 3,3 km i formel (B 1.22). Ved mindre værdier af x regnes s (x) = 0. Da spredningen er meget begrænset i afstande under 5 km, vil dette være en udmærket tilnærmelse. Flyveveje, som indeholder mere end et drej, beregnes med formel (B 1.22).

For IFR-landinger kan spredning normalt negligeres inden for 6 km fra landingspunktet (touch-down). Uden for de 6 km vil spredningen afhænge både af bane og flytype, så spredningen må skønnes i hvert enkelt tilfælde.

Hvis der i betydelig omfang forekommer vektorering fra ATC, må der forventes langt større spredninger. Standardafvigelsen for startende fly som er vektorerede, vil typisk være dobbelt så stor som standardafvigelsen fra ikke-vektorede fly.

Det forudsættes at fordelingen er gaussisk fordelt (normalfordelt), men at den kontinuerte fordeling kan tilnærmes med en diskret fordeling. Anvendelse af en diskret fordeling kan tolkes som at flyvningerne opdeles på en række spredningsflyveveje. Som minimum anvendes en 5-punktsapproximation. Tabel B 1.3 viser den laterale afstand fra middelflyvevejen til de enkelte spredningsflyveje og den tilhørende trafikandel. Nøjagtigheden i denne metode er normalt inden for 1 dB fra værdier opnået med en kontinuert fordeling.

Afstand fra middelflyvevej	Andel
- 2.0 s(x)	0.065
- 1.0 s(x)	0.24
0	0.39
+ 1.0 s(x)	0.24
+ 2.0 s(x)	0.065

Tabel B 1.3
5-punktsapproximation for normalfordeling.

For VFR-flyvninger langs flyveveje og flyvninger i sektorer kan der ikke på tilsvarende vis opstilles en generel spredningsmodel.

Også ved en jævn spredning må den kontinuerte fordeling approximeres ved en distret fordeling efter samme princip, som vist i tabel B 1.3. Afstanden fra middelflyvevejen må dog her udtrykkes på baggrund af sektorens bredde i stedet, og andelen af trafik bliver den samme på alle "spredningsflyveveje".

Anvendes de angivne spredningsmodeller ved beregning af ækvivalentniveau anført ovenfor også ved beregning af maksimalniveau, vil det have en betydelig indflydelse på beregningsresultatet, idet de yderste "spredningsflyveveje", som kun har en begrænset andel af trafikken, vil øge konturernes bredde. Omvendt vil beregningen baseret på middelflyvevejen uden spredning (som det af og til praktiseres) give "smallere" konturer end hvis der tages hensyn til spredning. Der kan ikke i dette dokument anbefales en metode for, hvordan der tages hensyn til lateral spredning ved beregning af maksimalværdi, men der må henvises til den nationale praksis i de enkelte nordiske lande.

B 1.5.3 Vertikal spredning

Ud over lateral spredning af trafikken forekommer der også en vertikal spredning af trafikken. Denne skyldes for hver flytype bl.a. forskelle i startvægt, modvindskomposant, startprocedure samt pilotens udførelse af startproceduren. Indflydelsen af modvindskomposanten indgår ikke i forbindelse med beregning efter minimumsmetoden, da en modvindskomposant på 8 kts er forudsat, som omtalt i Afsnit B 1.3. Den største del af spredningen skyldes normalt variationen i startvægt, og spredningen vil derfor kunne variere meget fra fly med en kort rækkevidde til fly med en lang rækkevidde. Det er derfor ikke muligt at lave en generel spredningsmodel som for lateral spredning, da denne vil variere meget fra flytype til flytype. Den vertikale spredning har endvidere ikke så stor betydning for beregningsresultatet som den laterale spredning. Det vil i almindelighed være tilstrækkeligt at vælge en typisk stigeprofil, som ved beregning af ækvivalentniveauet normalt vil svare til gennemsnitsprofilen og ved beregning af maksimalniveau til profilen med størst startvægt. Hvis den vertikale spredning er stor på grund af store forskelle i flyvestrækning (startvægt), kan det ved beregning af ækvivalentniveauet være nødvendigt at fordele trafikken på flere startprofiler svarende til forskellige flyvestrækninger.

B 1.5.4 Summation

Den samlede støjbelastning i et beregningspunkt fra samtlige flyoperationer bestemmes ved at først at beregne støjdosen eller maksimalværdien fra hver enkelt flyoperation for sig.

Hvis formålet med en beregning er at bestemme maksimalværdien fra den samlede trafik, anvendes blot den største af de beregnede maksimalværdier for de enkelte flyoperationer. Der ses eventuelt bort fra sjældent forekommende hændelser, hvis dette er foreskrevet i den nationale vurderingsmetode.

Hvis formålet med en beregning er at bestemme støjbelastningen udtrykt ved FBN, EFN eller L_{DEN} , summeres støjdosen fra de enkelte flyoperationer i et gennemsnitsdøgn i referenceperioden foreskrevet i den nationale vurderingsmetode. Ved summationen vægtes den enkelte operation for tidspunktet på døgnet og/eller ugen som foreskrevet i den nationale metode. Resultatet korrigeres endeligt til det valgte referencetidsrum som i alle tre metoder er 1 døgn. Dette udtrykkes i følgende formel:

$$L_{Aeq,W} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{j=1}^{N} W \, 10^{\frac{L_{AE,j}}{10}} \right) \quad . \text{(B 1.23)}$$

hvor $L_{AE,j}$ er støjdosen fra den j'te flyoperation ud af et samlet antal på N.

W er vægtningsfaktoren for tidspunkt på døgnet og/eller ugen for den enkelte flyoperation. Hvis vægtningen i den nationale metode udtrykkes som et tillæg ΔL i dB er

$$W = 10^{\frac{\Delta L}{10}}.$$

T er referencetiden for L_{Aeq} i sekunder. I FBN, EFN og DENL er referencetiden 1 døgn svarende til 86400 sek.

Med de nationale vægtningsfaktorer kaldes $L_{Aeq,W}$ for FBN i Sverige, EFN i Norge og L_{DEN} i Danmark og Finland.

B 2 Testeksempler.

Som nævnt i bilag B 1 skal flystøjberegninger udføres efter beregningstekniske principper, der ikke er dårligere end minimumsmetodens. Hvis de anvendte beregningstekniske principper afviger fra minimumsmetodens, skal resultaterne af minitesten, der er beskrevet i dette bilag, ligge inden for de anførte grænser. Disse obligatoriske krav svarer til A og B i nedennævnte 5 niveauer, hvormed beregningsprogrammer kan afprøves.

A: Ved dokumentation af at den anvendte beregningsmetodik og beregningsprogrammet opfylder de tekniske minimumskrav specificeret ved minimumsmetoden i bilag 1.

B: Ved at undersøge, om minitesten angivet i dette bilag kan gennemføres med tilfredsstillende resultat.

C: Ved at foretage kontrol med punktberegningsmetoden (beskrevet i bilag 4) i enkeltpunkter på beregnede støjkurver.

D: Ved at undersøge om maxitesten omtalt i dette bilag kan gennemføres med tilfredsstillende resultat.

E: Ved at undersøge om støjberegningen for en almenflyveplads angivet i dette bilag kan gennemføres med tilfredsstillende resultat.

Minitesten er opbygget med DANSIM og INM-3/10 beregninger jfr. [B 2.1] og [B 1.7]. Testen er med to flytyper baseret på to flyveveje for afgang og en flyvevej for ankomst. Der beregnes konturer med værdierne $L_{Aeq,24h}$ = 35-50 dB samt $L_{Aeq,24h}$ i 9 punkter.

En sammenligning af støjkurver beregnet med henholdsvis DANSIM og INM-3 for en start med B737-200 viser afvigelser på op til 5 dB i et afgrænset område. Afvigelserne skyldes hovedsagelig, at de to programmer regner med forskellige retningskarakteristikker, jfr. [2.2]. Støjkurver beregnet med de to programmer er endvidere sammenlignet i figur B 2.20.

I minitesten er der i afsnit 2.3 kun vist beregninger med DANSIM, og i tilfælde hvor der er behov for sammenligning med INM-kurver, må disse indtegnes supplerende.

B 2.1 Minitest. Beregningsforudsætninger.

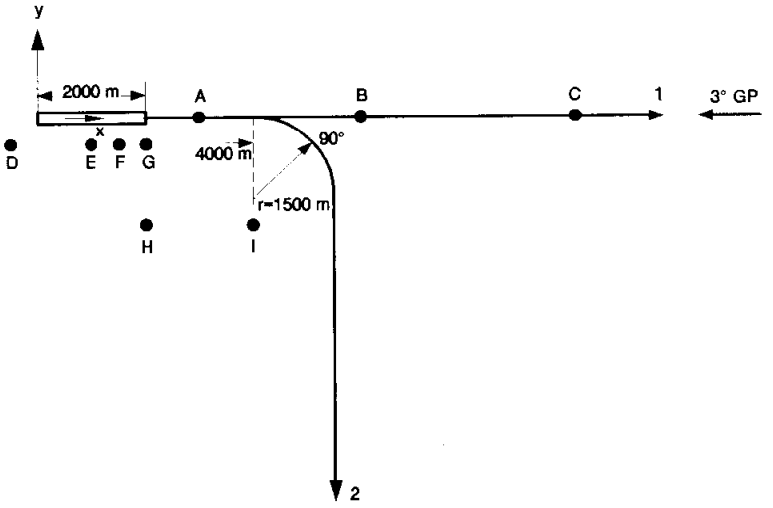
Testen omfatter beregninger af ækvivalentniveau (uden aften- og natkorrektioner) som konturer og i enkeltpunkter for to flytyper. Der foretages separate beregninger af 2 landinger og 12 afgange med forskellige kombinationer af flytyper, afgangsvægte og flyveveje. Beregningerne foretages med flytyperne: B737-200 med JT8D-17Q motorer og B767-300 med PW-4060 motorer.

Beregningsforudsætningerne er følgende:

Lufttemperatur:	15°C.
Lateral dæmpning:	SAE AIR 1751.
Banens højde over havet:	0 m.
Banens længde:	2000 m.
Antal operationer:	1.
Flyvevej 1:	Retlinet ind- og udflyvning uden spredning. Retlinet udflyvning med standardspredning på 5 flyveveje som anført i minimumsmetoden.
Flyvevej 2:	90° sving med radius 1,5 km påbegyndt 4,0 km efter start.
Landingsprofil:	Standard, 3° glidebane.
Landingsvægt:	B737: 96300 lbs. B767: 288000 lbs.
Afgangsvægt:	Afgangsvægtene svarer til flyvelængder på henholdsvis 500 nm og 2500 nm. B737: 90000 og 105000 lbs. B767: 265000 og 305700 lbs.
Beregningspunkter:	Med banen lagt langs positiv x-akse og baneende i origo, er punkternes koordinater følgende, som anført i nedenstående tabel B 2.1 og figur B 2.1.

Punkt	x	y
A	3000	0
B	6000	0
C	10000	0
D	-500	-500
E	1000	-500
F	1500	-500
G	2000	-500
H	2000	-2000
I	4000	-2000

Tabel B 2.1
Beregningspunkters koordinater.



Figur B 2.1
Placering af beregningspunkter i forhold til bane og flyveveje.

Støj fra en landing for hver af de to flytyper langs en retlinet flyvevej beregnes både som enkeltpunktsberegninger og støjkurver. Til orientering kan oplyses, at reverseringsforudsætningerne i INM 3 er følgende:

B737-200:
- 3° glidebane med fodpunkt i 954 ft. efter banens begyndelse
  Motorindstilling: 3584 lbs/eng.
- Reverseringsdistance til 1241 ft. efter banens begyndelse.

Motorindstilling: 9600 lbs/eng. med lineær interpolation fra fodpunktet i 954 ft. efter banens begyndelse.

- Afslutning på reversering i punktet 9820 ft. fra banens begyndelse.
  Motorindstilling: 1600 lbs/eng. med lineær interpolation fra punkt 1241 ft. efter banens begyndelse.

B767-300: Reverseringsforudsætningerne svarer til de for B737-200 nævnte, men med følgende ændrede data for distancer og motorindstillinger: 954 ft. med 11821 lbs/eng., 1283 ft. med 36000lbs/eng. og 4239 ft. med 6000lbs/eng.

Støj fra start med hver af de to flytyper og hver af de anførte afgangsvægte beregnes for retlinet udflyvning, flyvevej 1. Endvidere skal startstøjen beregnes for retlinet udflyvning med standardspredning på 5 flyveveje, som anført i minimumsmetoden. Beregningerne udføres for alle enkeltpunkter. Støjkurver beregnes kun for laveste afgangsvægt.

Støj fra starter med 90° sving, flyvevej 2, beregnes i alle punkter for begge afgangsvægte. Støjkurver beregnes kun for laveste afgangsvægt.

Støj fra starter med begge flytyper med 90° sving, flyvevej 2, beregnes i alle punkter for begge afgangsvægte. Støjkurver beregnes kun for laveste afgangsvægt.

Støjkurver beregnes for $L_{Aeq,24h}$ med værdierne 35, 40, 45 og 50 dB.

Fra INM database 10 er de nødvendige støj- og præstationsdata for de to flytyper anført nedenfor i tabellerne B 2.1 til B 2.8.

Thrust (LBS)	Sound Exposure Level Distance (FT) 200,0	400,0	630,0	1000,0	2000,0	4000,0	6300,0	10000,0	16000,0	25000,0
3000	94,6	90,8	87,9	84,8	79,8	73,4	69,0	63,6	57,2	50,2
6000	99,8	96,0	93,1	90,0	85,0	78,9	74,2	68,8	62,4	55,4
8000	104,3	100,6	97,7	94,7	89,7	83,7	79,1	73,8	67,6	60,8
10000	109,0	105,2	102,5	99,5	94,6	88,6	84,1	79,0	72,9	66,3
12000	113,8	110,1	107,4	104,5	99,6	93,8	89,3	84,2	78,4	72,1
14000	119,1	115,4	112,8	110,0	105,1	99,4	95,0	90,1	84,4	78,4

Tabel B 2.2

L_{AE} som funktion af thrust pr. motor og afstand for B 737-200/JT8D 17.

Distance (ft)	Altitude (ft)	Speed (kt)	Thrust (/eng)
0	0	16	15384
3303	0	142	14319
7539	1000	144	14524
9472	1306	155	14489
12392	1615	181	14323
13392	1667	189	12075
16635	1837	216	11864
23403	3000	220	11955
30161	3291	262	11682
44823	5500	271	11639
60019	7500	280	11394
82894	10000	291	

Tabel B 2.3

Stigeprofil og hastighed under start for B 737-200 / JT8D-17 med startvægt 90.000 lbs.

Distance (ft)	Altitude (ft)	Speed (kt)	Thrust (/eng)
0	0	16	15384
4526	0	153	14223
9913	1000	156	14427
12438	1316	166	14397
16321	1642	193	14234
17321	1693	198	11999
20275	1844	216	11865
28674	3000	220	11955
37931	3399	263	11685
55526	5500	271	11639
74818	7500	280	11394
104334	10000	291	

Tabel B 2.4

Som B 2.3 men startvægt 105.000 lbs.

Stop (ft)	Revds (ft)
-3820	-1241

Taxi (kt)	Revsp (kt)	Lndsp (kt)	Finsp (kt)	Appsp (kt)	Intsp (kt)	Termsp (kt)
30	131	138	140	143	178	273

Idle (/Eng)	Rev (/Eng)	Lndfls (/Eng)	Lndffs (/Eng)	Appfas (/Eng)	Intfis (/Eng)	Zerfts (/Eng)
1600	9600	3584	3716	3170	1967	811

Tabel B 2.5
Hastigheder og motorindstillinger under landing for B737-200/JT8D-17.

	Sound Exposure Level (sel) Distance (FT)									
Thrust (LBS)	200,0	400,0	630,0	1000,0	2000,0	4000,0	6300,0	10000,0	16000,0	25000,0
7000	98,1	93,9	90,8	87,4	81,4	75,0	70,3	65,7	60,6	55,7
12000	99,3	95,0	91,9	88,5	82,5	76,2	71,7	67,2	62,3	57,6
17000	100,0	95,6	92,6	89,3	83,7	77,6	73,1	68,5	63,4	58,4
25000	100,3	96,7	93,9	90,9	85,9	79,8	75,4	70,5	65,2	59,8
33000	103,3	99,9	97,3	94,5	89,7	83,6	79,2	74,3	69,0	63,5
41000	106,2	103,1	100,8	98,2	93,6	87,6	83,1	78,1	72,5	66,8

Tabel B 2.6
L_{AE} som funktion af thrust pr. motor og afstand for B 767-300/PW4060.

Distance (ft)	Altitude (ft)	Speed (kt)	Thrust (/eng)
0	0	16	55522
2753	0	147	48586
6163	1000	149	48837
6698	1081	154	48585
8776	1368	175	47598
9776	1421	185	39038
13447	1614	220	37374
15873	1723	241	36597
22375	3000	246	37311
24540	3089	262	36732
37819	5500	271	38080
49599	7500	280	39198
65430	10000	291	

Tabel B 2.7
Stigeprofil og hastighed under start for B 767-300 / PW4060 med startvægt 265.000 lbs.

Distance (ft)	Altitude (ft)	Speed (kt)	Thrust (/eng)
0	0	16	55522
3708	0	158	48010
7956	1000	160	48261
8673	1087	166	48004
11376	1389	187	47020
12376	1439	194	38589
17678	1703	231	37004
20945	1844	252	36245
28188	3000	256	36892
29129	3038	261	36703
45551	5500	271	38080
59865	7500	280	39198
79158	10000	291	

Tabel B 2.8
Som B 2.7 men startvægt 305.700 lbs.

Stop (ft)	Revds (ft)
-4239	-1283

Taxi (kt)	Revsp (kt)	Lndsp (kt)	Finsp (kt)	Appsp (kt)	Intsp (kt)	Termsp (kt)
30	130	137	139	144	175	273

Idle (/Eng)	Rev (/Eng)	Lndfls (/Eng)	Lndffs (/Eng)	Appfas (/Eng)	Intfis (/Eng)	Zerfts (/Eng)
6000	36000	11821	12256	10672	3886	411

Tabel B 2.9
Hastigheder og motorindstillinger under landing for B767-300/PW4060.

B 2.2 Minitest. Krav til beregningsresultater i enkeltpunkter.

Hvis det anvendte beregningsprograms principper afviger fra minimumsmetodens skal de efterfølgende krav til beregningsresultater i dB som $L_{Aeq,24h}$ i enkeltpunkterne A-I ligge inden for de i tabellerne B 2.10 - B 2.23 anførte grænser.

I kolonnen: "Grænser for afvigelse" er det acceptable variationsområde anført. Variationsområdet er defineret som intervallet mellem DANSIM og INM-3 med en margen på ± 1 dB.

I kolonnerne INM-3/10 og DANSIM er resultater af beregninger med disse programmer anført til orientering.

I beregninger gennemført med standardspredning på flyveveje er anført: "Med spredning".

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	46,4	45,4 - 47,5	46,5
B	39,0	38,0 - 40,3	39,3
C	34,4	32,7 - 35,4	33,7
D	10,0	7,9 - 11,0	8,9
E	27,2	23,8 - 28,2	24,8
F	30,0	29,0 - 31,3	30,3
G	26,3	25,3 - 28,2	27,2
H	9,5	8,5 - 12,6	11,6
I	10,1	9,1 - 12,3	11,3

Tabel B 2.10
$L_{Aeq,24h}$ for landing med B 737-200/JT8D-17.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	49,8	48,8 - 51,0	50,0
B	41,8	40,8 - 43,0	42,0
C	36,4	35,2 - 37,4	36,2
D	11,7	10,7 - 12,7	11,7
E	28,9	26,0 - 29,9	27,0
F	29,4	28,4 - 30,4	29,4
G	26,4	25,4 - 28,1	27,1
H	9,8	8,8 - 12,2	11,2
I	11,5	10,5 - 13,5	12,5

Tabel B 2.11
$L_{Aeq,24h}$ for landing med B 767-300/PW4060.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	59,4	58,4 - 60,8	59,8
B	47,3	46,2 - 48,3	47,2
C	42,0	40,8 - 43,0	41,8
D	50,5	48,9 - 51,5	49,9
E	53,2	46,9 - 54,2	47,9
F	55,8	52,8 - 56,8	53,8
G	56,4	54,7 - 57,4	55,7
H	39,7	37,1 - 40,7	38,1
I	35,8	34,8 - 38,3	37,3

Tabel B 2.12
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 737-200/JT8D-17 (90.000 lbs). Flyvevej 1.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	44,8	43,8 - 46,9	45,9
B	38,8	37,5 - 39,8	38,5
C	33,0	31,8 - 34,0	32,8
D	41,3	40,3 - 43,1	42,1
E	45,8	40,6 - 46,8	41,6
F	47,0	44,9 - 48,0	45,9
G	46,1	45,1 - 47,4	46,4
H	28,3	27,3 - 29,4	28,4
I	25,9	24,9 - 26,9	25,9

Tabel B 2.13
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 767-300/PW4060 (265.000 lbs). Flyvevej 1.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	61,8	60,8 - 63,1	62,1
B	49,2	48,2 - 50,6	49,6
C	43,6	42,6 - 45,0	44,0
D	51,0	49,6 - 52,0	50,6
E	48,9	47,6 - 49,9	48,6
F	52,8	47,5 - 53,8	48,5
G	55,0	52,4 - 56,0	53,4
H	39,2	35,0 - 40,2	36,0
I	38,2	37,2 - 39,8	38,8

Tabel B 2.14
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 737-200/JT8D-17 (105.000 lbs). Flyvevej 1.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	49,7	48,7 - 51,0	50,0
B	40,3	39,3 - 41,7	40,7
C	35,0	33,7 - 36,0	34,7
D	41,8	40,8 - 42,8	41,8
E	42,3	37,8 - 43,3	38,8
F	45,6	42,1 - 46,6	43,1
G	46,4	44,6 - 47,4	45,6
H	29,0	26,4 - 30,0	27,4
I	26,1	25,1 - 27,8	26,8

Tabel B 2.15
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 767-300/PW4060 (305.700 lbs). Flyvevej 1.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	59,3	58,3 - 60,8	59,8
B	47,1	45,9 - 48,1	46,9
C	41,5	40,3 - 42,5	41,3
D	50,5	48,8 - 51,5	49,8
E	53,2	46,9 - 54,2	47,9
F	55,8	52,8 - 56,8	53,8
G	56,4	54,6 - 57,4	55,6
H	39,7	37,1 - 40,7	38,1
I	35,8	34,8 - 38,3	37,3

Tabel B 2.16
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 737-200/JT8D-17 (90.000 lbs). Flyvej 1 med spredning.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	44,8	43,8 - 47,0	46,0
B	38,5	37,2 - 39,5	38,2
C	32,6	31,4 - 33,6	32,4
D	41,3	40,3 - 43,1	42,1
E	45,8	40,5 - 46,8	41,5
F	47,0	44,8 - 48,0	45,8
G	46,1	45,1 - 47,3	46,3
H	28,3	27,3 - 29,3	28,3
I	26,0	24,9 - 27,0	25,9

Tabel B 2.17
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 767-300/PW4060 (265.000 lbs). Flyvevej 1 med spredning.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	59,4	58,4 - 60,8	59,8
B	39,9	38,9 - 41,3	40,3
C	19,8	18,8 - 22,8	21,8
D	50,5	48,9 - 51,5	49,9
E	53,2	46,9 - 54,2	47,9
F	55,8	52,8 - 56,8	53,8
G	56,4	54,7 - 57,4	55,7
H	39,8	37,2 - 40,8	38,2
I	38,8	37,8 - 40,8	39,8

Tabel B 2.18
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 737-200/JT8D-17 (90.000 lbs). Flyvevej 2.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	44,9	43,9 - 47,0	46,0
B	31,4	30,2 - 32,4	31,2
C	12,5	11,5 - 13,7	12,7
D	41,3	40,3 - 43,1	42,1
E	45,8	40,6 - 46,8	41,6
F	47,0	44,9 - 48,0	45,9
G	46,1	45,1 - 47,4	46,4
H	28,7	27,6 - 29,7	28,6
I	29,9	28,9 - 30,9	29,9

Tabel B 2.19
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 767-300/PW4060 (265.000 lbs). Flyvevej 2.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	61,8	60,8 - 63,1	62,1
B	40,2	39,2 - 44,5	43,5
C	19,8	18,8 - 23,7	22,7
D	51,0	49,6 - 52,0	50,6
E	48,9	47,6 - 49,9	48,6
F	52,8	47,5 - 53,8	48,5
G	55,1	52,4 - 56,1	53,4
H	39,4	35,2 - 40,4	36,2
I	40,0	39,0 - 41,8	40,8

Tabel B 2.20
$L_{Aeq,24h}$ for start med B 737-200/JT8D-17 (105.000 lbs) Flyvevej 2.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	49,8	48,9 - 51,0	50,0
B	31,0	30,0 - 32,9	31,9
C	11,5	10,5 - 13,3	12,3
D	41,8	40,8 - 42,8	41,8
E	42,4	37,8 - 43,4	38,8
F	45,6	42,1 - 46,6	43,1
G	46,4	44,6 - 47,4	45,6
H	29,3	26,6 - 30,3	27,6
I	30,0	29,0 - 31,1	30,1

Tabel B 2.21

$L_{Aeq,24h}$ for start med B 767-300/PW4060 (305.700 lbs). Flyvevej 2.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	59,5	58,5 - 61,0	60,0
B	40,5	39,5 - 41,8	40,8
C	20,6	19,6 - 23,3	22,3
D	51,0	49,5 - 52,0	50,5
E	53,9	47,8 - 54,9	48,8
F	56,3	53,5 - 57,3	54,5
G	56,7	55,2 - 57,7	56,2
H	40,2	37,7 - 41,2	38,7
I	39,4	38,4 - 41,2	40,2

Tabel B 2.22

$L_{Aeq,24h}$ for start med en B 737-200/JT8D-17 (90.000 lbs) samt en B 767-300/PW4060 (265.000 lbs). Flyvevej 2.

Punkt	DANSIM beregning	Grænser for afvigelse	INM 3 beregning
A	62,1	61,1 - 63,4	62,4
B	40,7	39,7 - 44,8	43,8
C	20,4	19,4 - 24,1	23,1
D	51,5	50,1 - 52,5	51,1
E	49,8	48,0 - 50,8	49,0
F	53,6	48,6 - 54,6	49,6
G	55,6	53,1 - 56,6	54,1
H	39,8	35,7 - 40,8	36,7
I	40,4	39,4 - 42,1	41,1

Tabel B 2.23

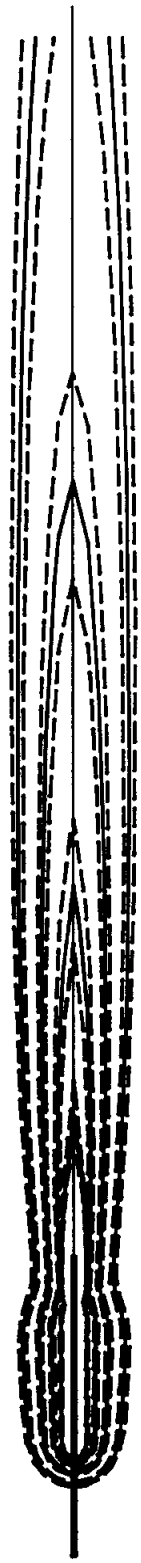
$L_{Aeq,24h}$ for start med en B 737-200/JT8D-17 (105.000 lbs) samt en B 767-300/PW4060 (305.700 lbs). Flyvevej 2.

B 2.3 Minitest. Grænser for afvigelse fra støikurverne.

På de efterfølgende sider er anført grænser for afvigelser fra støjkurverne beregnet med DANSIM ± 1 dB. I alle eksempler er L_{Aeq},24h 35, 40, 45 og 50 dB beregnet.

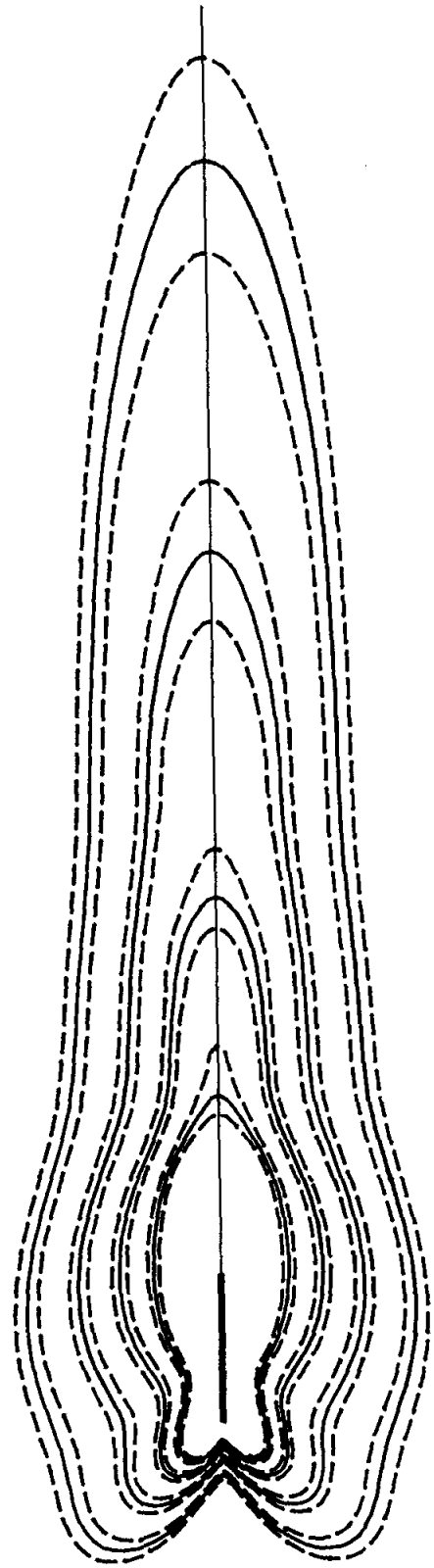
Figur B 2.2
B 737-200/JT8D-17 landing
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1)
———— *DANSIM*
---------- *Grænser for afvigelse*

1:50.000



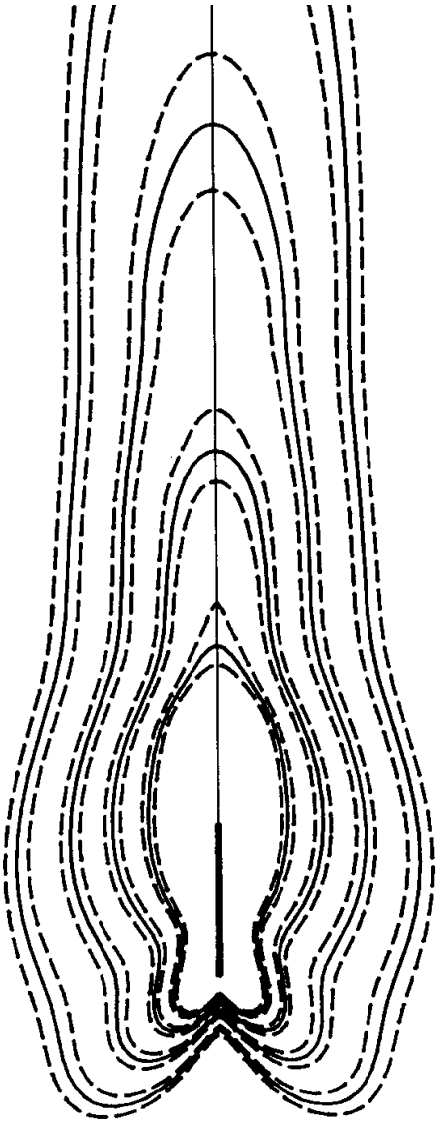
Figur B 2.3
B 767-300/PW4060 landing
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1)
———————— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:50.000



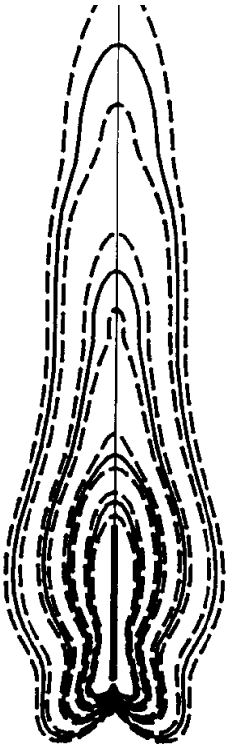
Figur B 2.4
B 737-200/JT8D-17 start, startvægt 90.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1)
———— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:100.000



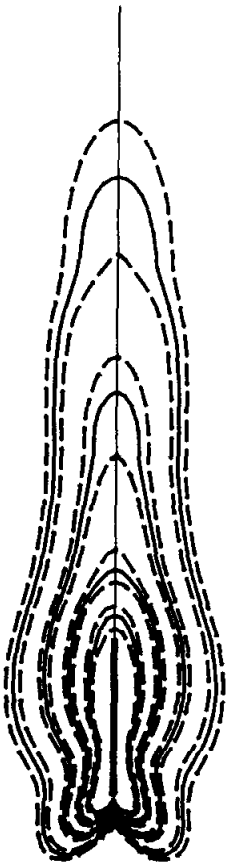
Figur B 2.5
B 737-200/JT8D-17 start, startvægt 90.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1) med spredning
———————— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:100.000



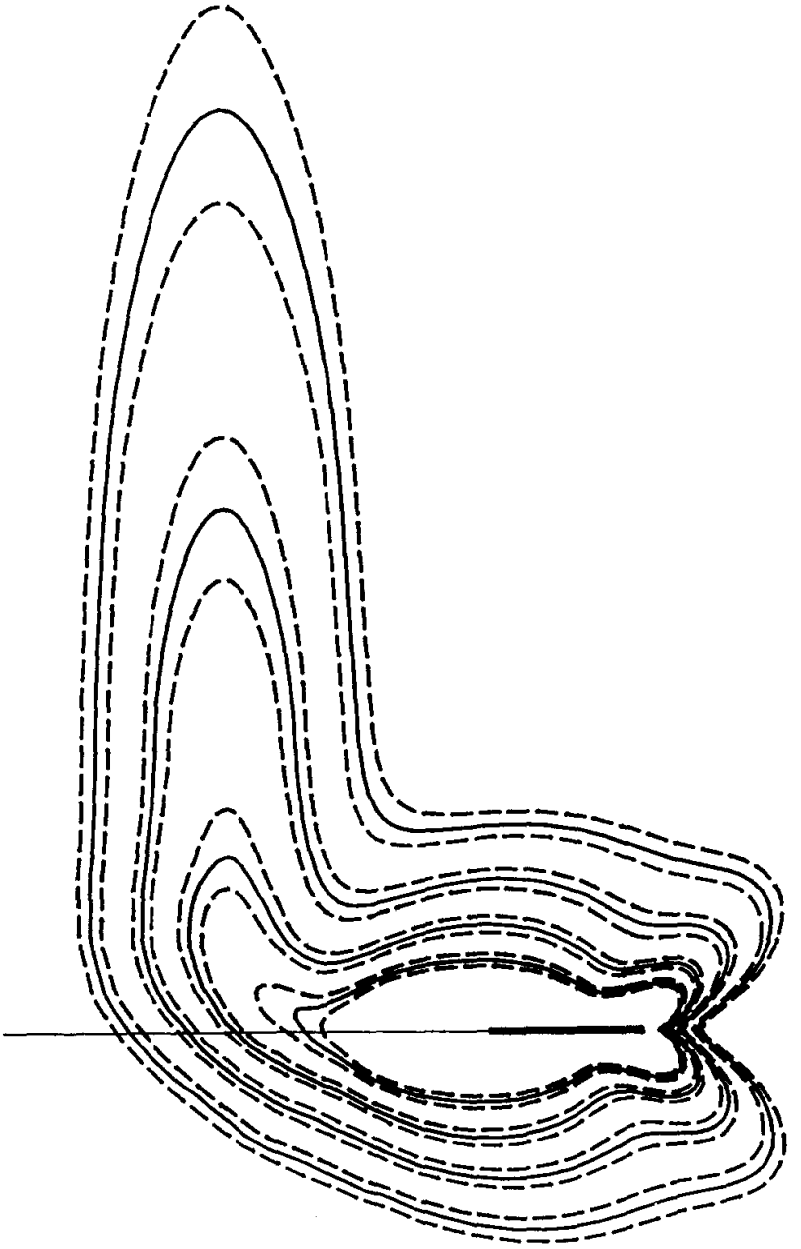
Figur B 2.6
B 767-300/PW4060 start, startvægt 265.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1)
———————— *DANSIM*
---------- *Grænser for afvigelse*

1:100.000



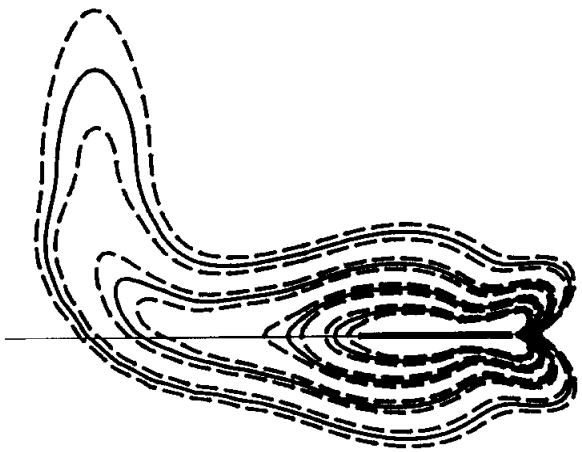
Figur B 2.7
B 767-300/PW4060 start, startvægt 265.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 1 (figur B 2.1) med spredning
———————— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:100.000



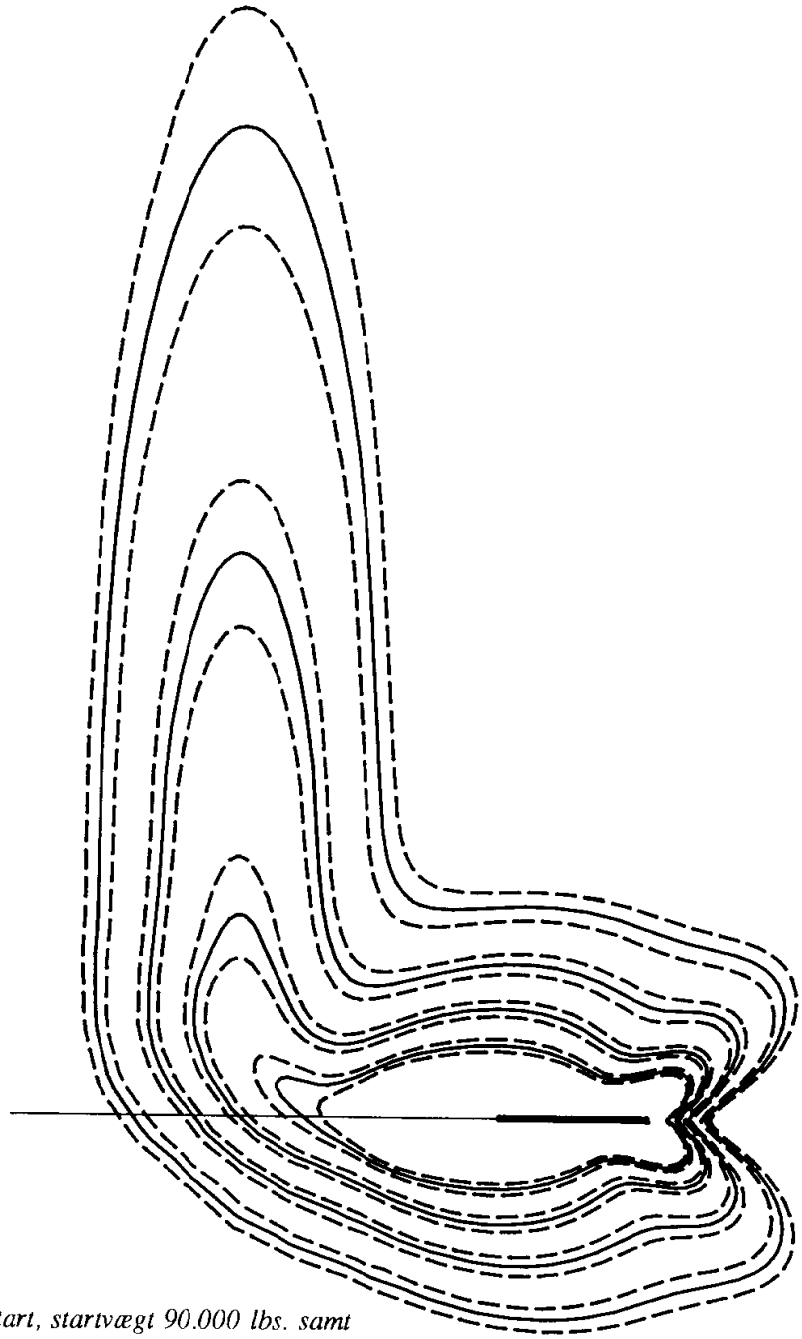
Figur B 2.8
B 737-200/JT8D-17 start, startvægt 90.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 2 (figur B 2.1)
———— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:100.000



Figur B 2.9
B 767-300/PW4060 start, startvægt 265.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 2 (figur B 2.1)
———— DANSIM
---------- Grænser for afvigelse

1:100.000



Figur B 2.10
B 737-200/JT8D-17 start, startvægt 90.000 lbs. samt
B 767-300/PW4060 start, startvægt 265.000 lbs.
$L_{Aeq,24h}$ = 35, 40, 45 og 50 dB
Flyvevej 2 (figur B 2.1)
———— *DANSIM*
---------- *Grænser for afvigelse*

1:100.000

B 2.4 Maxitest.

Maxitesten er tænkt som en ikke obligatorisk mulighed for afprøvning af et beregningsprogram på en stor lufthavn med mange operationer og flytyper. Fornebu er valgt, da denne lufthavn for kort tid siden er blevet gennemregnet med flere forskellige beregnignsprogrammer (INM 3.9, INM 3.10, NOISEMAP og DANSIM). Der er gennemført omfattende støjmålinger til sammenligning med beregningerne.

Maxitesten tager udgangspunkt i SINTEF DELAB rapporten SFT 40 A93043, April 1993 [B 2.2]. Rapporten indeholder de fleste nødvendige beregningsforudsætninger til gennemførelse af testberegninger med andre programmer. Opmærksomheden skal dog henledes på, at sådanne omfattende testberegninger ikke giver en egentlig kvalitetsgaranti, da mange beregningsunøjagtigheder kan trække i hver sin retning, så det samlede resultat kan blive næsten rigtigt, selvom nogle delberegninger er forkerte.

Rapporten giver den i tabel B 2.24 viste overensstemmelse mellem målinger og beregninger. Målingerne er udført i hvert af de nævnte punkter i 1-4 uger og normaliseret til en hel måned. Det fremgår heraf, at der er god overensstemmelse mellem målt og beregnet støj.

Kontrol Punkt	Sted	Målt niveau august 1989	INM-3/10	DAN-SIM
1	Landøyvei, 5	58	59	59
2	Østre vei, 73	68	70	73
3	Høyfjellsåsen	69	69	72
4	Glassverkv, 23	60	65	66
5	Fjordveien	68	69	69
6	Langoddveien	73	71	73
7	Sollisvingen 3	65	65	65
8	Dicks vei	72	74	74
9	Sollerudv. 20B	58	60	60
10	Bygdø	69	68	70
11	Villa Grande	67	65	68
12	Ullern Kirke	54	53	54
13	Kongsgården	67	64	65
14	Lerdalsfaret 2	52	51	51
15	Frognerparken	59	62	62
16	Mylskerudv. 15	44	45	45
17	Veterinærhøgsk.	59	57	58
18	Nordhagav. 1B	52	52	54

Tabel B 2.24
Sammenligning af målt og beregnet ækvivalent flystøjniveau ved Fornebu.

B 2.5 Viborg flyveplads.

Denne flyveplads er i 1993 blevet gennemregnet af det danske konsulentfirma Acoustica, jvf. [B 2.3]. Beregningerne er gennemført med tillæg for særlige flyaktiviteter om aftenen, om natten og i weekender, jvf. tabel B 2.25.

Periode		Flytrafik undtagen særlige flyaktiviteter	Særlige flyaktiviteter
Mandag I Fredag	Dag: 07-19 Aften: 19-22 Nat: 22-07	0 dB + 5 dB + 10 dB	0 dB + 10 dB + 15 dB
Lørdag I Søndag	Dag: 07-19 Aften: 19-22 Nat: 22-07	0 dB + 5 dB + 10 dB	+ 5 dB + 10 dB + 15 dB

Tabel B 2.25
Tillæg for trafikkens tidsmæssige fordeling.

Beregningerne for Viborg Flyveplads gennemgås i det følgende. Gennemgangen tjener samtidig som et skoleeksempel for konsulenter med hensyn til angivelse af konplette beregningsforudsætninger i støjrapporter. Den anførte detaljeringsgrad er nødvendig, bl.a. som forudsætning for kontrolberegninger med punktberegningsmetoden.

De anvendte forudsætninger stammer bl.a. fra Lydteknisk Instituts rapport nr. LI 540/89 [B 2.4]. Visse detaljer er ændret, og der er foretaget en skønsmæssig fordeling af trafikken på hverdage og weekender. De beregnede støjkonturer skal derfor ikke betragtes som nøjagtigt udtryk for den faktiske fremtidige støjbelastning, men som resultatet af en beregning på grundlag af de forudsætninger, der er opstillet herunder.

Viborg Flyveplads ligger ca. 5 km syd for centrum af Viborg. Den beflyves stort set kun af små propelfly, og der er en forholdsvis stor aktivitet indenfor kategorierne landingsrunder, faldskærmsflyvning og motorflyoptræk af svævefly.

Beregningsforudsætninger

Beregningerne er gennemført for en fremtidig situation med 12.700 operationer pr. år. For faldskærmsflyvning og motorflyoptræk af svævefly regnes operationerne udført med bestemte fly, mens der for de øvrige operationer anvendes en standardfordeling. Beregningsforudsætningerne har været forelagt luftfartsmyndighederne.

Banebetegnelse	Geografisk retning	Længde	Over-flade
12-30	112° og 292°	617 meter	græs
18-36	175° og 355°	715 meter	græs

Tabel B 2.26
Banekonfiguration.

Flykategori	Operationer pr. år
Propelfly med MTOM < 5700 kg	12700
Propelfly med MTOM > 5700 kg	0
Jetfly	0
I alt	12700

Tabel B 2.27
Overordnet fordeling på flykategorier.

Der regnes kun med operationer i trafikkategorierne erhvervsflyvning (ER), privatflyvning (PR), landingsrunder (LA), faldskærmsflyvning (FA), motorflyoptræk af svævefly (SV) og lokalflyvning (LO).

Fordeling af operationer	Trafikkategori					
	ER	PR	LA	FA	SV	LO
Operationer pr. år	2000	2000	2500	1500	3200	1500
Andel af årstrafik pr. døgn [%]	0,5	0,6	0,6	1,0	0,5	0,6
Man-fre kl.07-19 [%]	63	52	63	10	64	56
Man-fre kl.19-22 [%]	7	15	7	40	7	13
Man-fre kl.22-07 [%]	0	2	1,4	0	0	1,4
Lør-søn kl.07-19 [%]	27	23	25	50	26	24
Lør-søn kl.19-22 [%]	3	7	3	0	3	5
Lør-søn kl.22-07 [%]	0	1	0,6	0	0	0,6
I alt [%]	100	100	100	100	100	100

Tabel B 2.28
Tidsmæssig fordeling af operationer.

Fordelingsmetode	Trafikkategori					
	ER	PR	LA	FA	SV	LO
Specifikke flytyper [%]	0	0	0	100	100	0
Støjklasser [%]	0	0	0	0	0	0
Vægtklasser [%]	100	100	100	0	0	100
Standardfordeling [%]	0	0	0	0	0	0
I alt [%]	100	100	100	100	100	100

Tabel B 2.29
Overordnet støjmæssig fordeling

Flytype	Trafikkategori					
	ER	PR	LA	FA	SV	LO
PA18-150 Stigegradient A Støjtal 69 dB [%]	-	-	-	0	100	-
Cessna 210-5 Stigegradient C Støjtal 78 dB [%]	-	-	-	100	0	-
I alt [%]	-	-	-	100	100	-

Tabel B 2.30
Fordeling på specifikke flytyper.

Vægtklasse	Trafikkategori					
	ER	PR	LA	FA	SV	LO
< 1500 kg [%]	100	100	100	-	-	100
1500 - 2500 kg [%]	0	0	0	-	-	0
2500 - 5700 kg [%]	0	0	0	-	-	0
I alt [%]	100	100	100	-	-	100

Tabel B 2.31
Fordeling på vægtklasser.

Flyveveje og flyveprofiler

Flyvevejene er benævnt således at de to første cifre er banebetegnelsen.

For starter angiver det efterfølgende bogstav (N, Ø, S eller V) udflyvningsvejen for destinationer henholdsvis mod nord, øst, syd og vest. For landinger angiver bogstavet L "almindelige" landinger, der foregår i baneretningen, mens SV angiver en særlig landingsprocedure for motorfly, der har trykket svævefly op.

Landingsrunder foretages kun med venstresving.

Faldskærmsflyvning antages at foregå i "ottetalsbaner", således at faldskærmsspringerne forlader flyet over flyvepladsen (For overskuelighedens skyld er der i dette eksempel regnet med at alle spring foregår fra 1000 meters højde). For faldskærmsflyvning angiver det sidste bogstav i betegnelsen for flyvevejen om der efter starten svinges til højre (H) eller venstre (V). Bemærk at der ikke er defineret flyveveje for faldskærmsflyvning for baner og retninger, der vil føre flyet ind over selve Viborg under stigningen.

I tabel B 2.32 er de nominelle flyveveje angivet med de segmenter, de er sammensatte af. Segmenterne er enten rette eller cirkelbuer. Afstandsangivelser er i sømil (1852 m). Ved starter er begyndelsespunktet lig med rulningspunktet og slutpunktet "udenfor kortet". Ved landinger er begyndelsespunktet "udenfor kortet" og slutpunktet lig med banetærsklen.

I tabel B 2.33 er trafikken fordelt på flyveveje for hver trafikkategori.

Flyvevej	Segment				
	Lige	Drej	Lige	Drej	Lige
Start:					
12N	1,19	V89°/0,32	75		
12Ø	75				
12S	1,19	H66°/0,32	75		
12V	1,19	V180°/0,32	75		
18N	1,24	V180°/0,32	75		
18Ø	1,24	V87°/0,32	75		
18S	75				
18V	1,24	H145°/0,32	75		
30N	1,19	H68°/0,90	75		
30Ø	1,19	V180°/0,32	2,0	V15°/4,0	75
30S	1,19	V120°/0,32	0,5	V23°/2,7	75
30V	1,50	H6°/1,00	75		
36N	75				
36Ø	1,19	H91°/0,32	75		
36S	0,70	V180°/0,32	75		
36V	0,70	V54°/0,32	75		
Landing:					
12L	75				
12SV	75	V36°/0,60	0,90	V180°/0,28	0,30
(fortsat)		V180°/0,28	0,30	V180°/0,28	0,19
18L	75				
18SV	75	V58°/1,08	0,13	V180°/0,28	0,30
(fortsat)		V180°/0,28	0,30	V180°/0,28	0,19
30L	75				
30SV	75	H24°/0,90	0,68	V45°/0,28	0,28
(fortsat)		V180°/0,28	0,30	V180°/0,28	0,30
(fortsat)		V180°/0,28	0,19		
36L	75				
36SV	75	V93°/0,46	0,22	V180°/0,28	0,30
(fortsat)		V180°/0,28	0,30	V180°/0,28	0,19

Tabel B 2.32 (fortsættes næste side)

Flyvevej	Segment				
	Lige	Drej	Lige	Drej	Lige
Landingsrunde:					
12LA	1,19	V180°/0,32	2,05	V180°/0,32	0,86
18LA	1,24	V180°/0,32	2,10	V180°/0,32	0,86
30LA	1,19	V180°/0,32	2,05	V180°/0,32	0,86
36LA	0,70	V180°/0,32	1,56	V180°/0,32	0,86
Faldskærms-flyvning:					
12FV	1,20	V230°/0,46	2,35	H230°/0,64	1,15
12FH	1,20	H230°/0,46	2,35	V230°/0,64	1,15
18FV	1,20	V230°/0,46	2,35	H230°/0,64	1,15
18FH	1,20	H230°/0,46	2,35	V230°/0,64	1,15
30FV	1,20	V230°/0,46	2,35	H230°/0,64	1,15

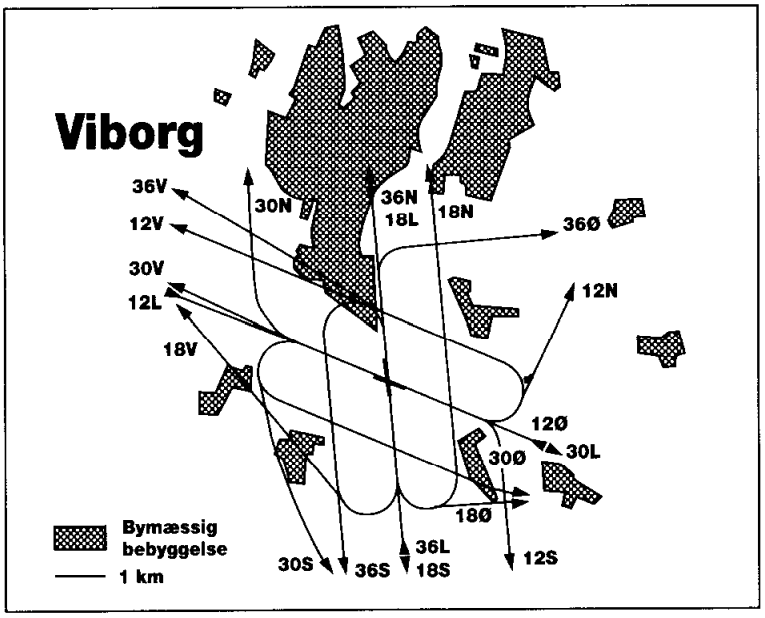
Tabel B 2.32 (fortsat fra forrige side)
Beskrivelse af flyveveje.
For lige segmenter angives længden i sømil.
For drej-segmenter angives retning (H=højre, V=venstre), vinkel (grader) og radius i sømil.

Flyvevej		ER	PR	LA	FA	SV	LO
Start:							
12N	[%]	1,80	2,40				3,00
12Ø	[%]	4,20	3,60			12,5	3,00
12S	[%]	4,20	3,60				3,00
12V	[%]	1,80	2,40				3,00
18N	[%]	1,88	2,50				3,13
18Ø	[%]	4,38	3,75				3,13
18S	[%]	4,38	3,75			12,0	3,13
18V	[%]	1,88	2,50				3,13
30N	[%]	3,15	4,20				5,25
30Ø	[%]	7,35	6,30				5,25
30S	[%]	7,35	6,30				5,25
30V	[%]	3,15	4,20			23,0	5,25
36N	[%]	0,68	0,90			2,50	1,13
36Ø	[%]	1,58	1,35				1,13
36S	[%]	1,58	1,35				1,13
36V	[%]	0,68	0,90				1,13
Landing:							
12L	[%]	12,0	12,0				12,0
12SV	[%]					12,5	
18L	[%]	12,5	12,5				12,5
18SV	[%]					12,0	
30L	[%]	21,0	21,0				21,0
30SV	[%]					23,0	
36L	[%]	4,50	4,50				4,0
36SV	[%]					2,5	
Landingsrunde:							
12LA	[%]			24,0			
18LA	[%]			25,0			
30LA	[%]			42,0			
36LA	[%]			9,00			
Faldskærmsflyvning:							
12FV	[%]				15,0		
12FH	[%]				15,0		
18FV	[%]				12,5		
18FH	[%]				12,5		
30FV	[%]				45,0		
I alt	[%]	100	100	100	100	100	100

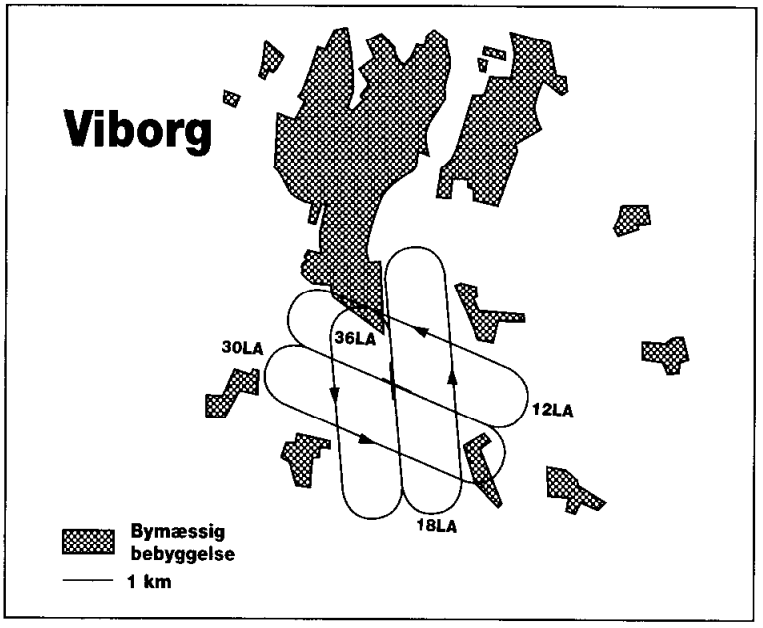
***Tabel B 2.33** Procentvis fordeling på flyveveje.*

På figur B 2.11 til B 2.14 er de nominelle flyveveje angivet grafisk. For starter og "almindelige" landinger er der regnet med en vandret spredning omkring de nominelle flyveveje. Der er defineret 4 ekstra flyveje, hvis vinkel i forhold til den nominelle flyvevej er henholdsvis +7°, -7°, +14° og -14°. Det samlede antal operationer på flyvejen fordeles herefter med 39% på den nominelle flyvevej, 24% på hver af flyvevejene med vinklen 7° og 6,5% på hver af flyvevejene med vinklen 14°. Jvf. [B 2.3]

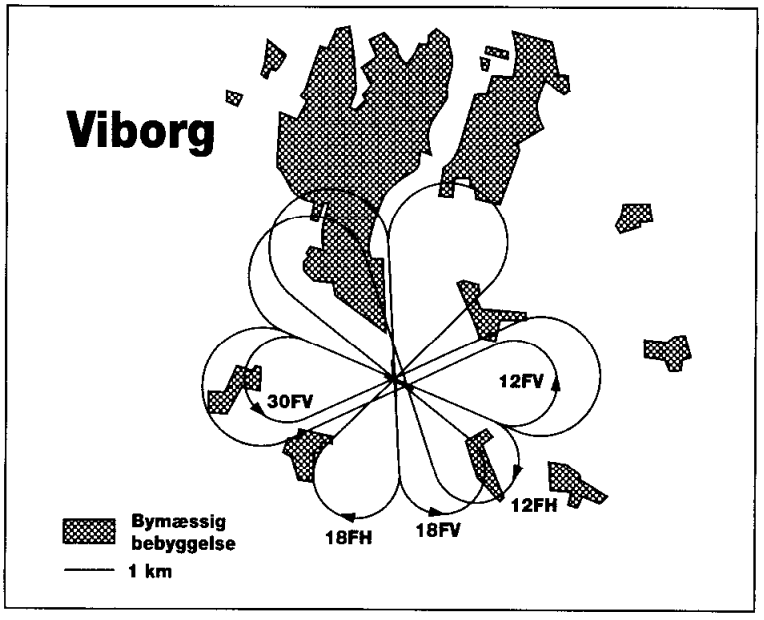
Ved starter fordeles alle operationer på en af de tre stigegradienter 8%, 11% og 14% (Stigegradient A, B og C). Der regnes med konstant stigning indtil højden 3000 fod. Ved landinger regnes med start på indflyvning i 2000 fods højde. Indflyvningsvinklen er 6° for alle landingsoperationer.



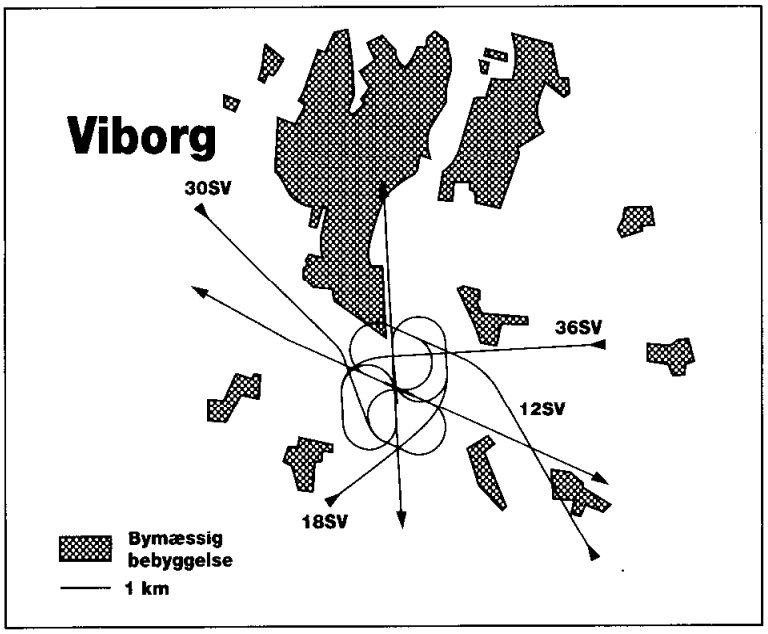
Figur B 2.11
Flyveje for trafikkategorierne ER, PR og LO.



Figur B 2.12
Flyveveje for trafikkategorien LA.



Figur B 2.13
Flyveveje for trafikkatagorien FA.



Figur B 2.14
Flyveveje for trafikkategorien SV.

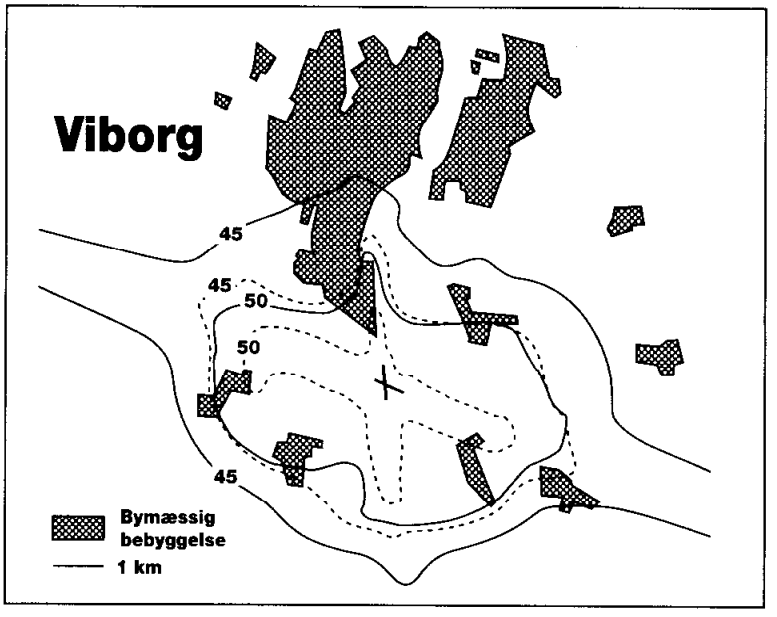
Beregninger

Beregningerne af støjbelastninger er foretaget med beregningsprogrammet "INM, Integrated Noise Model, version 3". Dette beregningsprogram opfylder mindstekravene i bilag 1 og minitesten i dette bilag. Alle operationer er omregnet til ækvivalente støjklasse II operationer (støjtal 73 dB).

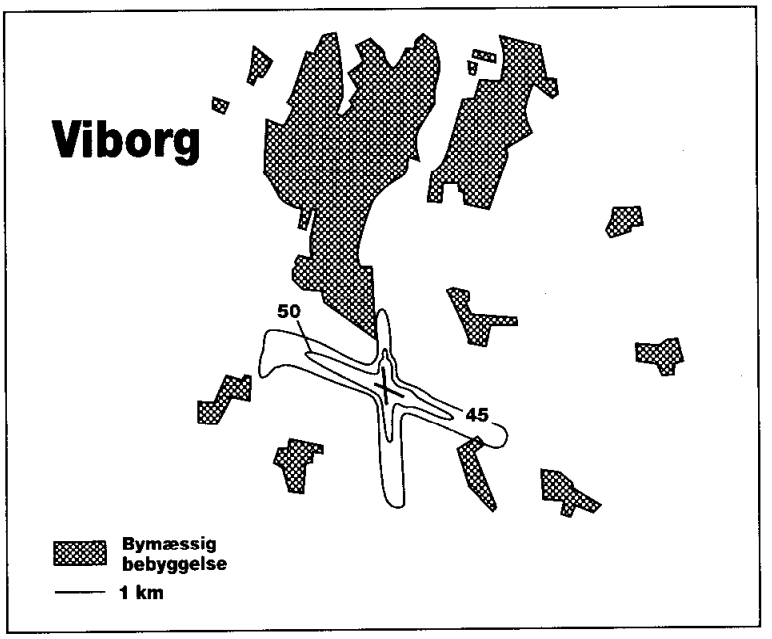
På figur B 2.15 til figur B 2.18 er vist de beregnede konturer for L_{DEN} = 45 dB og L_{DEN} = 50 dB under forskellige forudsætninger som angivet i tabellen herunder.

Figur	Forudsætninger	Areal med $L_{DEN} \geq 45$ dB	Areal med $L_{DEN} \geq 50$ dB
B 2.15	Alle trafikkategorier	66 km²	22 km²
B 2.15	Alle trafikkategorier. Korrektioner i.h.t. vejledning nr. 5/1982	26 km²	6 km²
B 2.16	Trafikkategorierne ER, PR og LO	4 km²	1 km²
B 2.17	Trafikkategorierne LA, FA og SV	56 km²	20 km²
B 2.18	Alle trafikkategorier. Faldskærmsfly dæmpet 9 dB	20 km²	5 km²

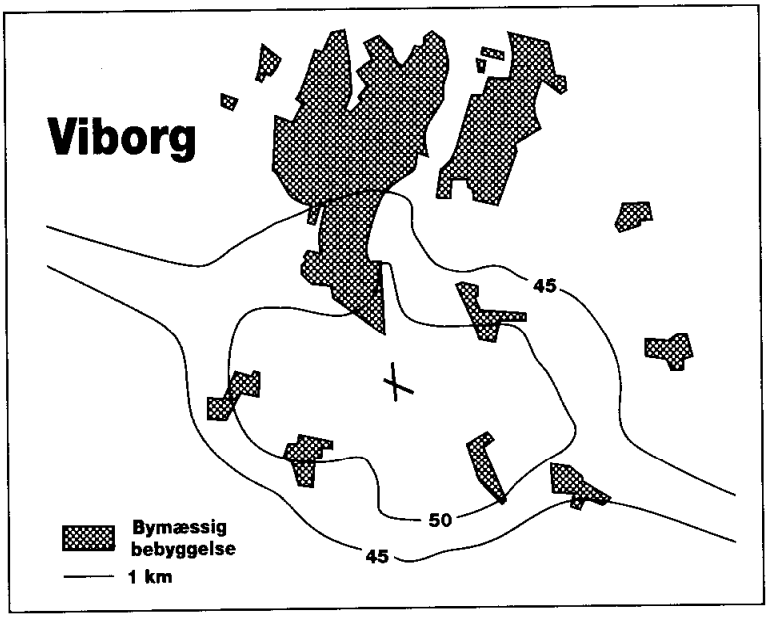
Tabel B 2.34
Beregningsforudsætninger og beregningsresultater angivet ved størrelsen af det areal, hvor støjbelastningen L_{DEN} overstiger 45 dB og 50 dB.



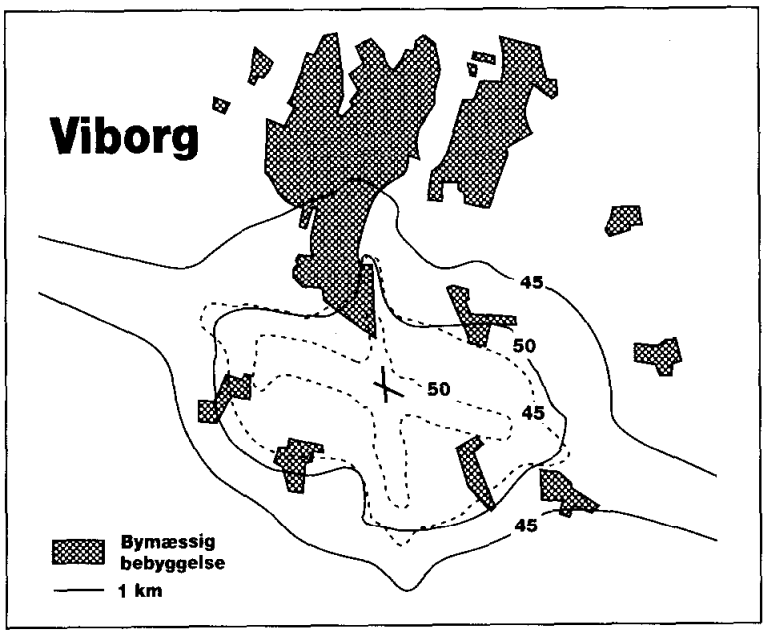
Figur B 2.15
———— *Støjbelastning L_{DEN} = 45 dB og L_{DEN} = 50 dB for alle trafikkategorier.*
---------- *Tilsvarende beregning udført efter vejledning nr. 5/1982.*



Figur B 2.16
Støjbelastning L_{DEN} = 45 dB og L_{DEN} = 50 dB for trafikkategorierne ER, PR og LO.

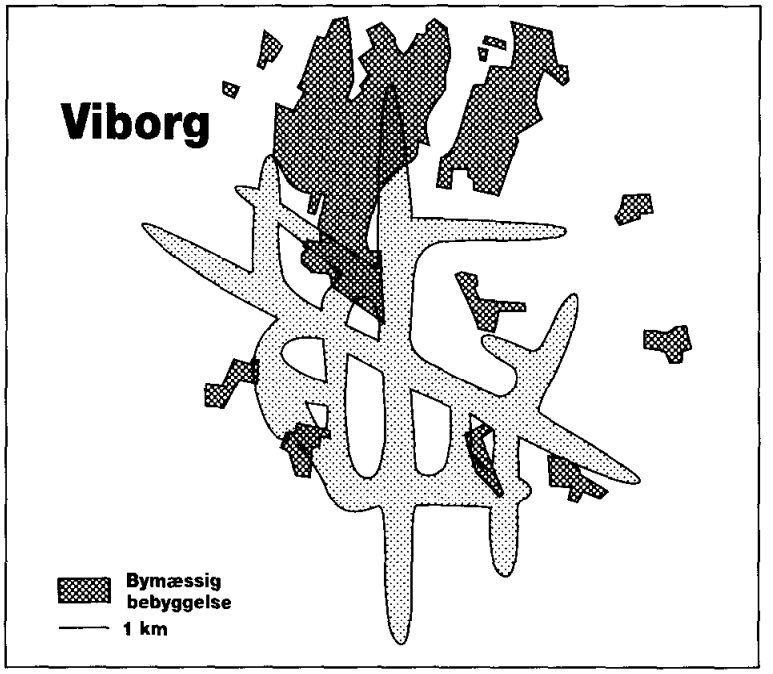


Figur B 2.17
Støjbelastning L_{DEN} = 45 dB og L_{DEN} = 50 dB for trafikkategorierne LA, FA og SV.



Figur B 2.18
———— Støjbelastning L_{DEN} = 45 dB og L_{DEN} = 50 dB for alle trafikkategorier.
---------- Tilsvarende beregning, men med faldskærmsfly dæmpet 9 dB til støjtal 69 dB.

På figur 2.19 er med skravering vist de områder, der kan blive udsat for en maksimalværdi, som overstiger L_{Amax} = 70 dB i natperioden. Der er regnet med, at det mest støjende fly har stigegradient A og et støjtal på 80 dB. Støjtal 80 dB er det største støjtal indenfor støjklasse III. Der er ikke regnet med vandret spredning omkring de nominelle flyveje.



Figur B 2.19
Områder, der kan udsættes for maksimalværdier større end L_{Amax} = 70 dB.

Miljøtilpasningsmuligheder

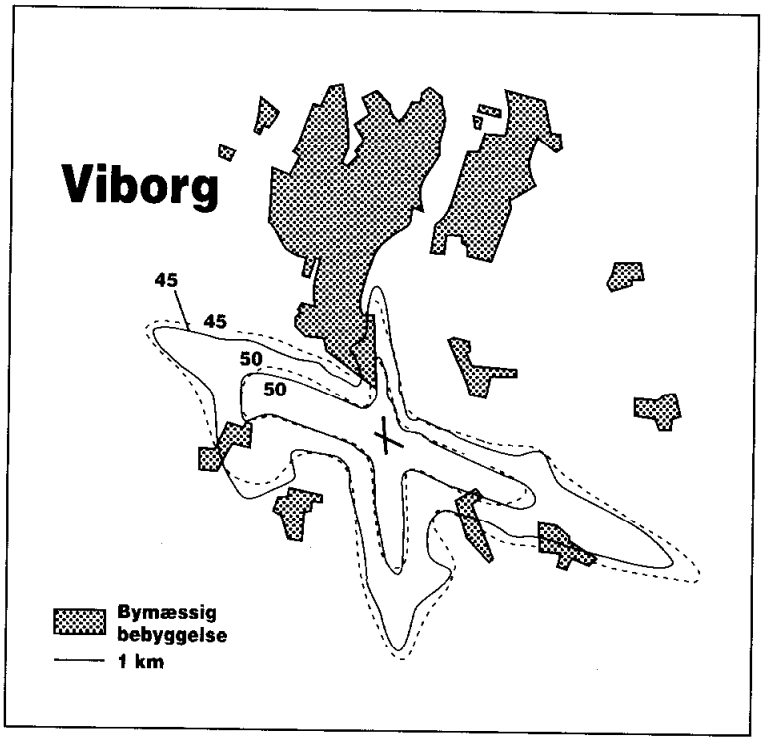
Ved sammenligning af figur B 2.17 med figurerne B 2.15 og B 2.16 ses det, at det er de særlige flyaktiviteter, specielt faldskærmsflyvning, der giver det dominerende bidrag til støjbelastningen. I forhold til beregninger udført efter vejledning nr. 5/1982 stiger støjbelastningen p.g.a. korrektionerne for de særlige flyaktiviteter. Hvis støjudsendelsen fra det fly, der anvendes til faldskærmsflyvning, dæmpes med 9 dB, vil støjbelastningen beregnet efter denne vejledning komme til at svare nogenlunde til støjbelastningen beregnet efter vejledning nr. 5/1982.

For faldskærmsflyvning vil der være yderligere muligheder for miljøtilpasning ved ændret valg af flyveveje, jvf. figur B 2.13.

Det fremgår klart af figur B 2.19, at der er muligheder for miljøtilpasning i forhold til maksimalværdier ved hensigtsmæssigt valg af flyveveje.

Sammenligning af støjkurver beregnet med INM-3 og DANSIM.

For de tidligere anvendte aften- og nattillæg på 5 og 10 dB alle ugens dage og for alle flyvekategorier er der gennemført sammenlignende beregninger med INM-3 og DANSIM af støjkurver som vist på figur B 2.20.



Figur B 2.20
Kurver til sammenligning af beregninger udført med programmerne INM-3 og DANSIM.
---------- *INM-3*
———— *DANSIM*

B 3 Nordisk støj- og præstations-database (på diskette).

B 3.1 Databasens indhold.

Databasen består af data for store fly, der anvendes af følgende nordiske operatører: Braathens SAFE, Finnair, SAS og Sterling Airways.

Databasen, som er udarbejdet af Luftfartsverket i Sverige, er for så vidt angår støjdata baseret på FAA's Integrated Noise Model (INM 3, database 10). Præstationsdata for normalprocedurer i forbindelse med start og landing er oplyst af de ovennævnte operatører. Databasen indeholder data for 17 flytyper. Støjdataene omfatter L_{AE} for alle flytyperne og L_{Amax} for flertallet af flytyperne.

Databasens engelske betegnelse er: "Nordic Aircraft Noise & Performance Data Base", NANDB version 1.1. Databasen består af følgende 3 filer, som på disketten er placeret i kataloget "NORDIC".

LISTE.WP5
(Liste over flytyper i databasen i WP5.1-format)
NANDB11.WP5(Database i WP5.1-format)
NANDB11.ASC(Database i ASCII-format)

B 3.2 Andre databaser.

Det var oprindeligt hensigten at samle alle de relevante flystøj-databaser i den nordiske støj- og præstationsdatabase (NANDB version 1.1), men på grund af ajourføringsarbejdets forventede omfang er det i stedet valgt, at henvise til nogle separate databaser, som beskrives i de følgende afsnit.

B 3.2.1 INM database 10.

Denne database er udarbejdet af FAA. Federal Aviation Administration, I USA. Støjdataene omfatter L_{EPN} og L_{AE}. Databasen indeholder i alt 101 flytyper, som på disketten i kataloget "ANDRE" er anført i oversigtsform i filen:

CONTENT.D10(Liste over flytyper i ASCII-format).

Flytyperne identificeres med Aircraft # (nr.). Støjdata identificeres med Noise # (nr.).

B 3.2.2 **FAA database med maksimalværdier.**
Databasen indeholder maksimalværdidata, L_{Amax} for i alt 81 flytyper, der indgår i INM 3 database 9. Databasen samt oversigt over de 81 flytyper findes i kataloget "ANDRE" på disketten i filen:

NORDISK.MAX(Database i ASCII-format)

Der mangler dog data for flytyperne BAC 111 (Aircraft # 37, Noise # 13) og DHC8 (Aircraft # 64, Noise # 59). Tvivlsomme eller afvigende data er fundet for flytyperne F28-2000 (Aircraft # 38, Noise # 56) og F28-4000 (Aircraft # 39, Noise #57).

For de resterende flytyper i INM database 10 findes 7 typer, hvis maksimalværdier mangler (Noise # > 60).

I tilfælde, hvor der mangler maksimalværdidata (L_{Amax}), kan sådanne indtil videre estimeres med rimelig nøjagtighed ved brug af nedenstående tabel. Dette udføres ved at subtrahere differencen (L_{AE} - L_{Amax}) fra flytypens L_{AE} data. Det understreges, at metoden kun giver et estimat af L_{Amax} og derfor kun må bruges, når mere sikre L_{Amax} data ikke foreligger.

Det skal understreges, at tabellen ikke gælder data, som normaliseres til anden referencehastighed end 160 kts.

Afstand [ft]	L_{AE} - L_{Amax} [dB]
200	1,62
400	4,04
630	5,63
1000	7,26
2000	9,70
4000	12,01
6300	13,44
10000	14,94
16000	16,38
25000	17,74

Tabel B 3.1
Estimering af maksimalværdier.

Ud over den beskrevne metode til estimering af maksimalværdier kan det oplyses, at der findes andre metoder til beregning af L_{Amax} værdier ud fra L_{AE} værdier.

B 3.2.3 FAA Helikopter støjdata.

FAA stiller en helikopterbase til rådighed i forbindelse med helikopterstøjberegningsprogrammet HNM (Helicopter Noise Model) version 2.0. Programpakken med HNM's editeringsprogram DBEDIT.EXE og tilhørende hjælpefiler tillades af FAA brugt ubegrænset af de nordiske miljømyndigheder. Følgende filer er derfor indlagt på disketten, placeret i kataloget "HELIKOPT":

DBEDIT.EXE	(Eksekverbar fil under DOS).
HFOR03.DAT	(Databasefil for HNM version 2.0 i binært format).
HNM2.SCR	(Fil til skærbilledopsætning).
HNMVER20.HLP	(Hjælpefil til programmet DBEDIT.EXE).
READ.ME	(Orientering om ovennævnte filer i ASCII-format).

Programmet startes ved at skrive DBEDIT.EXE og trykke <retur>. Det første skærmbillede viser programlogo, indtil brugeren trykker <retur>. En komplet liste med de helikoptertyper, som indgår i databasen, vises på skærmen. Med piletasterne styres cursoren til den ønskede helikoptertype, som vælges ved at trykke <retur>. Fra dette punkt er programmet selvforklarende med en menu nederst på skærmen. Hvis der editeres i databasen vil denne ikke længere være en HNM-database ! Det anbefales derfor stærkt, at de fire filer samt informationsfilen READ.ME kopieres ind i et separat bibliotek på harddisken, før programmet startes op. Dette vil også øge hastigheden ved programkørslen.

FAA har i begyndelsen af 1994 frigjort version 2.2 af HNM-programmet.

Der arbejdes endvidere i en arbejdsgruppe nedsat af NATO/CCMS på en helikopterdatabase, som forventes færdiggjort i 1994.

B 3.2.4 Dansk støj- og præstationsdatabase for turbopropfly, forretningsjetfly og helikoptere.

Støj- og præstationsdata for bl.a. ca. 40 helikoptertyper findes i en støjdatabase udarbejdet af Lydteknisk Institut for Miljøstyrelsen: Teknisk Rapport LI 12/86, Støjdatabase for turbopropfly, forretningsjetfly og helikoptere [B 3.1].

B 3.2.5 Dansk støj- og præstationsdatabase for propelfly med MTOM under 5700 kg.

En dansk støj- og præstationsdatabase for propelfly med maksimal startvægt (MTOM) under 5700 kg findes i bilag 6. Anvendelsen af disse data er beskrevet i bilag 5.

B 3.3 Udlevering af databaser.

Den nordiske støj- og præstationsdatabase, NANDB, opdateres af Luftfartsverket i Sverige. Henvendelse kan ske til:

Luftfartsverket
LFV Teknik/Yttre Miljö
Att: Lars Ehnbom
S-601 79 NORRKÖPING
SVERIGE

INM database 10 samt helikopterdata distribueres sammen med tilhørende beregningsprogrammer gennem FAA.

I december 1993 har FAA frigjort INM version 4.11, som både indeholder et forbedret beregningsprogram og en udvidet database, version 11.

INM version 4.11 indeholder et beregningsprogram, der er forbedret på en række punkter i forhold til INM-3, samt udvidelse af databasen i forhold til version 10 med 6 flytyper, 2 typer MD-11 og 4 typer F-16.

Bestillingsformular til INM version 4.11 kan fås fra:

Jeffrey R. Olmstead
ATAC Corporation
PO Box 370
Mountain VIEW, CA 94042
USA

Helikopterstøjprogrammet HNM 2.2 bestilles hos:

Donna G. Warren
Federal Aviation Administration
AEE-120
800 Independence Avenue, SW
Washington DC 20591
USA

B 4 Punktberegningsmetode.

Punktberegningsmetoden er en ny beregningsmetode, som er udviklet i Nordisk Ministerråds regi. Metoden foreligger både som en håndberegningsmodel og i en PC-version.

I modsætning til en række eksisterende beregningsprogrammer, som kræver både en del specialkendskab og en betydelig indlæringstid er det muligt med punktberegningsmetoden på enkel vis at bestemme støjbelastningen punktvis omkring en flyveplads for en personuden særligt kendskab til flystøjberegninger. Metoden er derfor et velegnet redskab for f.eks. miljømyndigheder, planlæggere m.v., der har behov for at vurdere støjbelastningen eller ændringer i dette et eller flere steder i forhold til en flyveplads eller lufthavn.

Metoden kan anvendes ved:

- Overvejelser om placering af støjfølsomt byggeri i et begrænset område nær en flyveplads.
- Miljømyndighedernes klagesagsbehandling.
- Punktvis kontrol af større støjberegninger.

Metoden er baseret på opslag i tabeller med forudberegnede støjværdier for en ret flyvevej. Tabeller er udarbejdet for start og landing med en række flytyper, og tabellerne er indeholdt i en såkaldt immissionsdatabase, der som nævnt kun findes på disketter, da databasen er meget omfattende. Derudover anviser metoden, hvordan man foretager korrektioner for antallet af operationer, operationernes døgnfordeling, eventuel lateral spredning af trafikken omkring flyvevejen og eventuelt for flyvevejens geometri.

Metoden kan anvendes til at beregne både ækvivalentniveauer (som L_{DEN}, EFN og FBN) og maksimalniveauer (L_{Amax} og MFN), idet beregningerne baseres på immissionsdatabaser med henholdsvis støjdoser og maksimalværdier. Immissionsdatabaser medfølger for terrændæmpning beregnet i henhold til SAE AIR 1751 (neutral vind), uden terrændæmpning og for lydudbredelse i medvind (sidstnævnte dog kun for nogle få flytyper). Metoden er udarbejdet til at dække eksisterende metoder i de nordiske lande.

Anvendt på et enkelt punkt har metoden i princippet ingen begrænsninger, sammenlignet med de mere avancerede metoder. I praksis sætter den valgte manuelle fremgangsmåde dog en grænse for, hvor mange beregningspunkter det er overkommeligt at beregne i, og hvor indviklet flyvevejsgeometrien kan være. Endelig kan der kun udføres beregninger for de flytyper og de start- og landingsprocedurer, som er indeholdt i immissionsdatabasen.

Metoden opfylder de tekniske minimumskrav til flystøjberegningsmetoder beskrevet i Del 1, idet immissionsdatabasens tabeller er beregnet med INM-3/10 [B 1.7], mens de korrektioner, der indgår i metoden (korrektion for lateral spredning af trafikken omkring flyvevejene og korrektion for flyvevejens geometri), udføres, som anført i Del 1.

Punktberegningsmetoden har følgende beregningsusikkerheder:

- For landinger regner programmet rimeligt nøjagtigt, når landingsvinklen er 3° og nedgang foregår fra stor højde.

- For starter regner programmet rimeligt nøjagtigt, når flyvedistancen (og dermed startvægten) svarer til tabellerne B 4.2 og B 4.3 i afsnit B 4.2. I disse tilfælde vil fejlen i ækvivalentværdiberegninger i almindelighed være inden for nogle få dB.

- Dersom flyvedistancen eller landingsprofilen ikke svarer til tabellen, kan beregningsresultatet afvige mere (op til ± 5 dB).

Punktberegningsmetoden er som nævnt implementeret i en PC-version, der i opbygning helt svarer til den manuelle metode, men som naturligvis har den fordel, at opslag i immissionsdatabasetabeller og beregning af korrektioner udføres af programmet (specielt korrektioner for lateral spredning af trafikken omkring flyvevejene og korrektion for drej kan være tidskrævende).

PC-versionen kan anskaffes i forbindelse med køb af Nordisk Ministerråds publikation: "Air Traffic Noise Calculation - Nordic Guidelines" [B 4.1]. Derefter stilles PC-versionen på to disketter gratis til rådighed. Publikationen, som indeholder en bestillingsblanket til disketterne, kan købes hos Svensk-Norsk Bogimport, Esplanaden 8 B, 1263 København K. Telefon 33142666. Telefax 33143588.

B 4.1 PC-version af punktberegningsmetoden.

Punktberegningsmetoden er som nævnt udført både i en PC-version og i en manuel udgave.

Beskrivelsen af den manuelle metode i afsnit B 4.3 giver en god gennemgang af metodens principper.

B 4.1.1 Krav til EDB-udstyr.

For at kunne køre PC-programmet, der har navnet SPM (Single Point Method), er følgende udstyr nødvendigt:

Computer: IBM XT, AT, PS/2 og fuldt kompatible computere.

Operativsystem: DOS 3.3 eller senere og Windows 3.0 eller senere eller OS/2 2.0 eller senere.

Hukommelse: Min. 300 kb RAM.

Matematisk coprocessor er ikke nødvendig, men programmet anvender en eventuel coprocessor installeret i computeren. På de fleste computere vil fordelen dog næppe være mærkbar.

Disk drive: Harddisk med mindst 2,2 MB tilgængeligt, hvis alle immissionsdatabaser inkluderes, eller ca. 1,1 MB, hvis kun den sædvanligt anvendte terrændæmpningsmodel er nødvendig.

Grafikkort: EGA/VGA (helst en farve monitor).

Printer; ASCII (en printer anbefales stærkt, men er ikke nødvendig).

Mus: Programmet arbejder med mus, som er kompatibel med Microsoft Mouse interface. En mus anbefales, men er ikke nødvendig.

B 4.1.2 Installation af programmet.

Installationsprogrammet køres efter indsættelse af diskette 1 i drev A og indtastning fra DOS prompten C:\> af:

a:install a: c: <retur>

Hvis programmet skal installeres fra drev B erstattes a: af b:, og hvis programmet skal installeres på et andet hard disk drev end c:, erstattes c: af drevets navn (f.eks. d:).

Installationsprogrammet spørger om, hvilke støjenheder (SEL/-MAX) og terrændæmpningsmodeller, der ønskes inkluderet. Dette gøres til bestemmelse af, hvilke af de 6 immissionsdatabaser, der skal kopieres til hard disken. Hvis en immissionsdatabase ønskes tilføjet eller fjernet på et senere tidspunkt, vil det ikke være nødvendigt at køre installationsprogrammet igen. Den manglende fil kan kopieres fra disketten til \SPM biblioteket, eller en fil kan slettes fra samme bibliotek. Databasefilernes navne er:

- immisel0.db (L_{AE} beregnet med SAE AIR 1751 terrændæmpningsmodel)
- immimax0.db (L_{Amax} beregnet med SAE AIR 1751 terrændæmpningsmodel)
- immiselu.db (L_{AE} beregnet uden terrændæmpning)
- immimaxu.db (L_{Amax} beregnet uden terrændæmpning)
- immiselm.db (L_{AE} beregnet med den nordiske medvindsmodel)
- immimaxm.db (L_{Amax} beregnet med den nordiske medvindsmodel)

B 4.1.3 **Kørsel af programmet.**

For at køre SPM må programmet indlæses i hukommelsen. Der skiftes til SPM biblioteket ved indtastning af: CD \SPM <retur>. Derefter indtastes: SPM <retur>.

Programmet er nu indlæst i hukommelsen. En menu viser sig på skærmen. Herfra er det muligt at vælge forskellige emner. Den engelsk-sprogede bruger manual er inkluderet i programmets hjælpesystem, som aktiveres ved indtastning af F1 (i menuen - ikke i data indtastningsvinduerne). Følgende 4 emner viser sig på skærmen:

- Help on Help.
- How to Use SPM.
- Keys.
- About the Program.

Et emne vælges ved brug af <pil op> eller <pil ned> samt <retur>.

"Help on Help" indeholder en beskrivelse af hjælpesystemet og brugen heraf. Det anbefales at læse dette efter indlæsning af programmet.

"How to Use SPM" indeholder en reference guide med en beskrivelse af programmets principper.

"Keys" indeholder en beskrivelse af, hvordan taster og mus bruges i menuen og i dataindtastnings vinduer.

"About the program" indeholder generel information om programmet.

B 4.2 Immissionsdatabaser.

På grund af immissionsdatabasernes omfang har man valgt kun at distribuere disse på disketter. I tilfælde, hvor en bruger ønsker at anvende den manuelle metode til beregninger, må de nødvendige immissionsdata udskrives fra disketterne.

B 4.2.1 Udskrift af databaser.

Udskrift fra immissionsdatabaserne kan gøres individuelt for flytyperne ved hjælp af programmet IMDALIST.EXE, som findes på begge disketter.

Udskriftsprogrammet kan køres fra \SPM biblioteket efter installation af SPM eller direkte fra drev A:\ eller B:\.

I begge tilfælde startes printprogrammet ved indtastning af:

IMDALIST DB OD NO <retur>

Kommandolinie parametrene DB, OD og NO er:

DB: database filens navn som anført i afsnit B 4.1.2 (extension kan udelades).
OD: udskriftsmedium, som kan være PRN (printer), CON (display) eller en fil.
NO: ID nummer i immissionsdatabase tabellen i afsnit B 4.2.2. Hvis NO sættes lig 0 vil alle tabeller blive udskrevet (op til 972 sider!).

Eksempler:

Udprintning af immissionsdatabase tabel nr. 2 fra databasefilen immisel0.db:

IMDALIST IMMISEL0 PRN 2

Overførsel af data til filen LIST.DAT af immissionsdatabase tabel nr. 2 fra databasefilen immisel0.db:

IMDALIST IMMISEL0 LIST.DAT 2

B 4.2.2 **Databaseoversigter.**

Flytyperne, som indgår i immissionsdatabasen er anført i nedenstående tabel B 4.1. Tabellen angiver også flytyper, som tilnærmet kan beregnes.

Fabrikat	Flytype	Motor	Gælder tilnærmet flytyperne
AEROSPATIALE	FALCON	CF700-2D-2	SABRELINER-08
AIRBUS	A300B4-200 A320-211	CF6-50C2 CFM56-5A-1	A310
BOEING	B727-200 B737-200 B737-300 B737-400 B737-500 B747-200 B757-200 B767-300	JT8D-17 JT8D-17 CFM56-3B-2 CFM56-3C-2 CFM56-3B-1 JT9D-7Q PW2037 PW4060	 B747-400 B767-200
BRITISH AEROSPACE	BAE 146-300 HS 748A	ALF502R-5 DART MK 532-2	BAE 146-200
CESSNA	CONQUEST II	TPE331-8	
PROPELFLY STØJKLASSE 2	STIGEPROFIL A STIGEPROFIL B STIGEPROFIL C LANDING	* * * *	
DE HAVILLAND	DASH 6 DASH 7 DASH 8-100	PT6A-27 PT6A-50 PW121	BE-100, DO-228
FOKKER	F28-4000 F50	RB183MK555 PW-125B*	
MC DONNEL DOUGLAS	DC9-30 DC9-50 DC10-30 MD-82 MD-87	JT8D-9QN JT8D-17 CF6-50C2 JT8D-217A JT8D-217C	DC9-21, DC9-41 MD-81, MD-83
SAAB	SF340B	CT7-9B	

* Flytypen er ikke defineret i INM's database.

Tabel B 4.1
Flytyper i punktberegningsmetodens database.

Punktberegningsmetodens immissionsdatabase består af tabeller, der for:

-3000 m < x < 25000 m med 200 m intervaller
og 0 m < y < 3000 m med 100 m intervaller

angiver L_{AE} og L_{Amax} for henholdsvis start og landing. De enkelte tabeller har identifikationsnumre (ID-numre), som anført i nedenstående tabeller B 4.2a, B 4.2b og B 4.3.

ID-nr.	Flytype	Motor	Start/landing	Flyvedistance
1	A300B4-200	CF6-50C2	Start	2500-3500 NM
2	A300B4-200	CF6-50C2	Landing	
3	A320-211	CFM56-5A-1	Start	1500-2500 NM
4	A320-211	CFM56-5A-1	Landing	
5	B727-200	JT8D-17	Start	1500-2500 NM
6	B727-200	JT8D-17	Landing	
7	B737-200	JT8D-17	Start	0-500 NM
8	B737-200	JT8D-17	Landing	
9	B737-300	CFM56-3B-2	Start	0-500 NM
10	B737-300	CFM56-3B-2	Landing	
11	B737-400	CFM56-3C-2	Start	0-500 NM
12	B737-400	CFM56-3C-2	Landing	
13	B737-500	CFM56-3B-1	Start	0-500 NM
14	B737-500	CFM56-3B-1	Landing	
15	B747-200	JT9D-7Q	Start	3500-4500 NM
16	B747-200	JT9D-7Q	Landing	
17	B757-200	PW2037	Start	2500-3500 NM
18	B757-200	PW2037	Landing	
19	B767-300	PW4060	Start	2500-3500 NM
20	B767-300	PW4060	Landing	
21	BAE146-300	ALF502R-5	Start	0-500 NM
22	BAE146-300	ALF502R-5	Landing	
23	CONQUEST II	TPE331-8	Start	0-500 NM
24	CONQUEST II	TPE331-8	Landing	
25	DC9-30	JT8D-9QN	Start	0-500 NM
26	DC9-30	JT8D-9QN	Landing	
27	DC9-50	JT8D-17	Start	0-500 NM
28	DC9-50	JT8D-17	Landing	
29	DC10-30	CF6-50C2	Start	3500-4500 NM
30	DC10-30	CF6-50C2	Landing	

Tabel B 4.2a
Tabeloversigt for databaserne immisel0.db, immiselu.db, immimax0.db og immimaxu.db.

ID-nr.	Flytype	Motor	Start/landing	Flyvedistance
31	DASH 6	PT6A-27	Start	0-500 NM
32	DASH 6	PT6A-27	Landing	
33	DASH 7	PT6A-50	Start	0-500 NM
34	DASH 7	PT6A-50	Landing	
35	DASH 8	PW121	Start	0-500 NM
36	DASH 8	PW121	Landing	
37	FALCON 20	CF700-2D-2	Start	0-500 NM
38	FALCON 20	CF700-2D-2	Landing	
39	F28-4000	RB183MK555	Start	0-500 NM
40	F28-4000	RB183MK555	Landing	
41	F50	PW-125B	Start	0-500 NM
42	F50	PW-125BDART	Landing	
43	HS748A	DART MK532-2	Start	0-500 NM
44	HS748A	DART MK532-2	Landing	
45	STØJKLASSE II	-	Start A	-
46	STØJKLASSE II	-	Start B	-
47	STØJKLASSE II	-	Start C	-
48	STØJKLASSE II	-	Landing	
49	MD-82	JT8D-217A	Start	0-500 NM
50	MD-82	JT8D-217A	Landing	
51	MD-87	JT8D-217C	Start	0-500 NM
52	MD-87	JT8D-217C	Landing	
53	SF340B	CT7-9B	Start	0-500 NM
54	SF340B	CT7-9B	Landing	

Tabel B 4.2b
Tabeloversigt for databaserne immisel0.db, immiselu.db, immimax0.db og immimaxu.db.

ID-nr.	Flytype	Motor	Start/landing	Flyvedistance
1	B737-500	CFM56-3B-1	Start	0-500 NM
2	B737-500	CFM56-3B-1	Landing	
3	DC9-30	JT8D-9QN	Start	0-500 NM
4	DC9-30	JT8D-9QN	Landing	
5	F50	PW-125B	Start	0-500 NM
6	F50	PW-125B	Landing	
7	MD-87	JT8D-217C	Start	0-500 NM
8	MD-87	JT8D-217C	Landing	

Tabel B 4.3
Tabeloversigt for databaserne immiselm.db og immimaxm.db.

Fokker flyet F100 indgår desværre ikke i immissionsdatabasen. Der kan tilnærmet regnes med, at flyet er ca. 2 dB mindre støjende end B 737-500 under starter og ca. 1 dB mere støjende end B 737-500 under landinger.

Som det fremgår af tabel B 4.2b er der fra den danske støj- og præstationsdatabase for propelfly med MTOM under 5700 kg kun medtaget støjklasse II svarende til et støjtal på 73 dB.

Omregninger til de øvrige støjklasser eller fly med andre støjtal kan udføres manuelt ved hjælp af følgende metoder for ækvivalent- og maksimalværdi.

Ækvivalentværdien L_{Aeq} beregnes ved indsættelse af et ækvivalent antal fly "N" i punktberegningen for støjklasse II. For et fly med støjtallet "L" beregnes det ækvivalente antal fly ved hjælp af formlen:

$$N = 10^{(L-73)x0,1} \qquad \text{(B 4.1)}$$

Maksimalværdien L_{Amax} beregnes som summen af forskellen i støjtal (L - 73) og beregningsresultatet for støjklasse II ($L_{Amax,II}$), altså

$$L_{Amax} = L - 73 + L_{Amax,II}. \qquad \text{(B 4.2)}$$

B 4.3 Manuel metode

Den manuelle punktberegningsmetode er baseret på forudberegnede støjniveauer for en lige flyvevej svarende til immissionsdatabasens tabeller. Tabellerne er udarbejdet for et antal flytyper både for starter og landinger.

B 4.3.1 Beregningsprincip.

Beregning af flystøjbelastningen i et punkt foregår ved at støjen først beregnes for hver enkelt flyvevej for sig.

For en given flyvevej bestemmes først det punkt på flyvevejen, der er nærmest beregningspunktet. Afstanden Y fra dette punkt til beregningspunktet samt afstanden X til flyvevejens begyndelsespunkt målt langs flyvevejen bestemmes. Begyndelsespunktet svarer for starter til startpunktet (brake release) og for landinger til sætningspunktet (touch-down). Afhængigt af om det er ækvivalentniveau eller maksimalniveau, der skal beregnes, bestemmes L_{AE}- eller L_{Amax}-værdien i X,Y ved opslag i immissionsdatatabellen.

Ved beregning af ækvivalentniveau korrigeres der for antallet af operationer, for operationernes tidspunkt på døgnet i overensstemmelse med de nationale metoder og for referencetidsrummet svarende til operationstallene.

Hvis der i tværsnittet gennem beregningspunktet vinkelret på flyvevejen forekommer en lateral spredning af trafikken omkring den angivne flyvevej (sideafvigelser i forhold til den tilstræbte flyvevej), korrigeres der ved beregning af ækvivalentniveau for dette, ligesom der korrigeres for virkningen af drej, hvis flyvevejen i nærheden af beregningspunktet ikke kan betragtes som ret. Ved beregning af maksimalniveau udføres der ingen korrektioner, idet det forudsættes at X,Y bestemmes for flyvevejen, svarende til den nærmeste flypassage der ønskes taget i betragtning, hvis der forekommer en lateral spredning af trafikken.

Hvis et beregningspunkt er tæt på flere dele af flyvevejen kan det være nødvendigt at inkludere bidraget fra hver af disse.

Til sidst bestemmes det samlede resultat for alle flyveveje og alle flytyper. Ved beregning af ækvivalentniveau foretages en energimæssig summering af bidragene, mens der anvendes det højeste niveau ved bestemmelse af maksimalniveau.

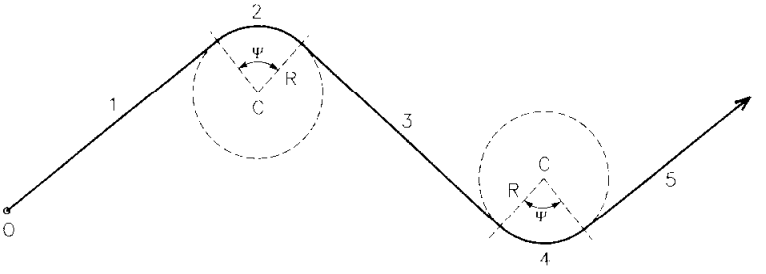
B 4.3.2 **Beregning af ækvivalentniveau for en enkelt flyvevej.**

B 4.3.2.1 **Princip.**

Grundlæggende bestemmes ækvivalentniveauet i et beregningspunkt for en given flyvevej på basis af beregningspunktets placering X,Y i forhold til den nærmeste del af flyvevejen. Dette er beskrevet i afsnit B 4.3.2.2.

Hvis der forekommer lateral spredning af trafikken omkring flyvevejen, må der korrigeres for dette, som beskrevet i afsnit B 4.3.2.4 Hvis beregningspunktet befinder sig i nærheden af et drej, må der korrigeres for dette, som angivet i afsnit B 4.3.2.4. I nogle tilfælde med krumme flyveveje vil ikke blot den nærmeste del af flyvevejen, men også fjernere dele af flyvevejen bidrage. Dette diskuteres nærmere i afsnit B 4.3.2.5. Til sidst korrigeres for antallet af operationer, tidspunkt på døgnet eller ugen og for referencetidsrummet i overensstemmelse med de nationale metoder, som omtalt i afsnit B 4.3.2.6.

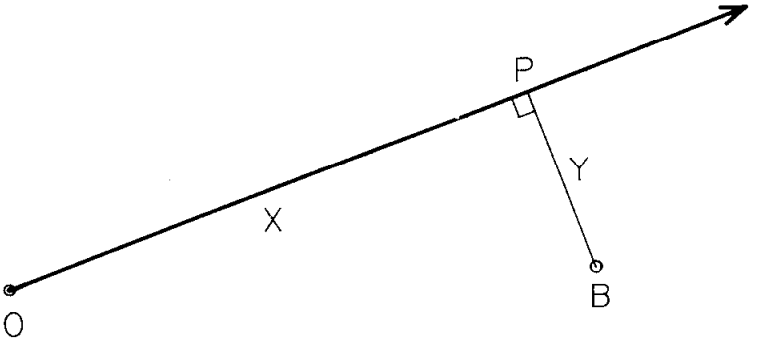
B 4.3.2.2 **Grundlæggende beregning i et punkt.**
Det forudsættes i nærværende metode, at en flyvevej består af rette og cirkulære segmenter. Dette er illustreret i figur B 4.1, hvor segmenterne 1, 3 og 5 er rette, mens 2 og 4 er cirkulære. De cirkulære segmenter i figur 3.1 defineres ved placering af centrum C, radius R og drejets størrelse Ψ. Hvis en flyvevej ikke opfylder dette, må den tilnærmes med rette og cirkulære segmenter.



Figur B 4.1
Opdeling af flyvevej i rette og cirkulære elementer.

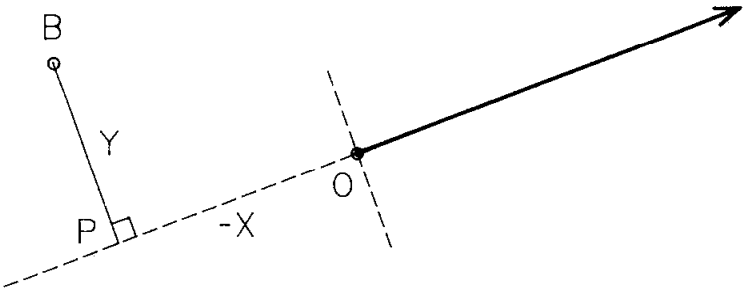
Som omtalt i afsnit B 4.3.1 bestemmes først det punkt P på flyvevejen, der er nærmest beregningspunktet B. Linien PB vil være vinkelret på flyvevejen i punktet P (eller på flyvevejens forlængelse fra begyndelsespunktet O).

Figur B 4.2 viser det simple tilfælde, hvor der er tale om en ret flyvevej. Afstanden fra P til B kaldes Y, mens afstanden fra P til O målt langs flyvevejen kaldes X. Begyndelsespunktet O er for starter defineret som startpunktet (brake release) og for landinger defineret som sætningspunktet (touch-down). O svarer til (0,0) i immisionsdatabasens tabeller.



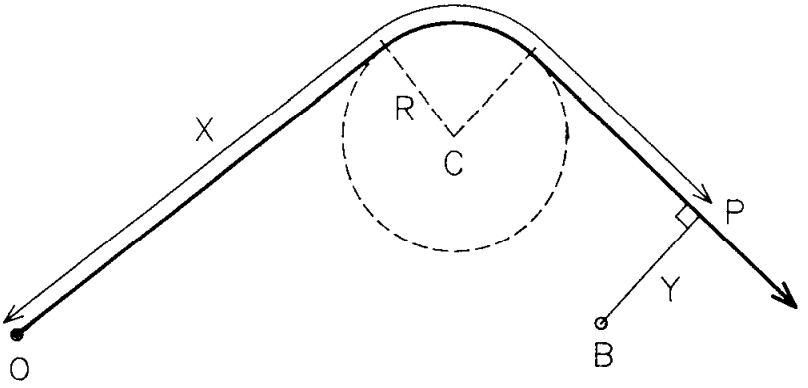
Figur B 4.2
Bestemmelse af X, Y for en ret flyvevej.

Når punktet B befinder sig i halvplanen bag begyndelsespunktet, som illustreret i figur B 4.3, er Y afstanden til flyvevejens forlængelse, som er vist med punkteret linie, mens X er afstanden fra P til O langs den forlængede flyvevej. I dette tilfælde er X negativ.

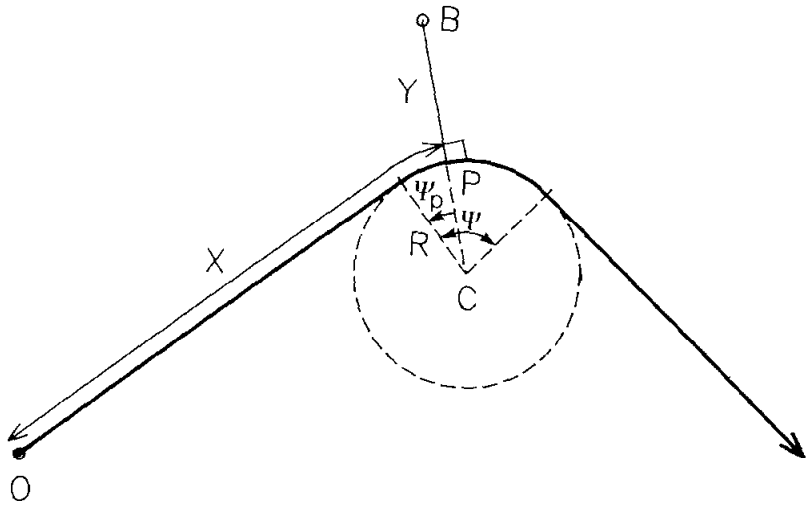


Figur B 4.3
Bestemmelse af X, Y bag begyndelsespunktet.

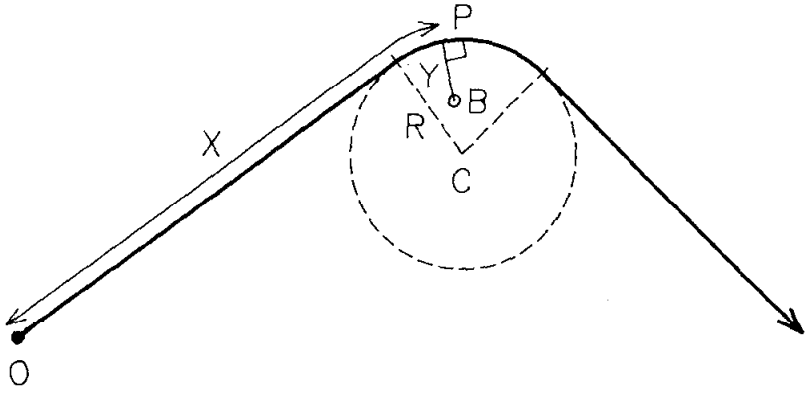
Figur B 4.4 - B 4.7 illustrerer definitionen af X og Y når flyvevejen indeholder et cirkulært segment.



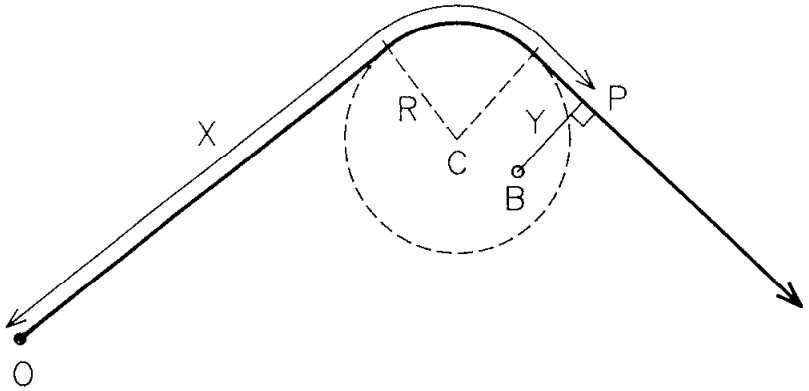
Figur B 4.4
Bestemmelse af X, Y for flyvevej med et cirkulært segment (type 1).



Figur B 4.5
Bestemmelse af X, Y for flyvevej med et cirkulært segment (type 2).



Figur B 4.6
Bestemmelse af X, Y for flyvevej med et cirkulært segment (type 3).



Figur B 4.7
Bestemmelse af X, Y for flyvevej med et cirkulært segment (type 4).

Når X,Y er fundet kan støjdosen L_{AE} bestemmes for hver flytype på flyvevejen ved opslag i den til flytypen hørende immissionsdatatabel Denne omfatter støjniveauer i følgende netværk:

X: -3000 m til 25000 m i 200 m spring
Y: 0 m til 3000 m i 100 m spring

Hvis punktet X,Y ikke netop svarer til et af punkterne i netværket må støjniveauet $L_{AE}(X,Y)$ findes ved lineær interpolation. En lineær interpolation kan udtrykkes i følgende formler:

$$L_{AE}(X,Y) = (L_2 - L_1)\frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} + L_1 \qquad \text{(B 4.3)}$$

hvor

$$L_1 = \left(L_{AE}(X_2,Y_1) - L_{AE}(X_1,Y_1)\right)\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} + L_{AE}(X_1,Y_1)$$

$$L_2 = \left(L_{AE}(X_2,Y_2) - L_{AE}(X_1,Y_2)\right)\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} + L_{AE}(X_1,Y_2)$$

X_1 og X_2 er X-værdierne i netværket umiddelbart under og over X, mens Y_1 og Y_2 tilsvarende er Y-værdierne umiddelbart under og over Y. L_1 og L_2 er hjælpestørrelser anvendt for at forenkle formlerne. Da $L_{AE}(X,Y)$ vil ligge i intervallet mellem den største og mindste værdi i de fire punkter omkring X,Y ($L_{AE}(X_1,Y_1)$, $L_{AE}(X_2,Y_1)$, $L_{AE}(X_1,Y_2)$ og $L_{AE}(X_2,Y_2)$) kan $L_{AE}(X,Y)$ eventuelt,

hvis forskellen mellem de fire værdier ikke er stor i forhold til den ønskede nøjagtighed, bestemmes ved et skøn.

Generelt er det betænkeligt at anvende metoden til bestemmelse af støjen for positioner beliggende uden for det angivne netværk. I enkelte tilfælde kan det dog være ønskeligt at medtage sekundære bidrag fra fjernere liggende dele af en flyvevej. I dette tilfælde udføres ekstrapolationer efter følgende principper, idet det må pointeres, at der er tale om grove generaliseringer:

For $-3000<X<25000$ og $Y>3000$:

$$L_{AE}(X,Y) = L_{AE}(X,3000) - 25 \log\left(\frac{Y}{3000}\right)$$

For $X<-3000$ og $Y<3000$:

$$L_{AE}(X,Y) = L_{AE}(-3000,Y) - 20 \log\left(\frac{X}{-3000}\right)$$

For $X<-3000$ og $Y>3000$:

$$L_{AE}(X,Y) = L_{AE}(-3000,3000) - 20 \log\left(\frac{X}{-3000}\right) - 25 \log\left(\frac{Y}{3000}\right) \qquad \text{(B 4.4)}$$

For $X>25000$ og $Y<3000$:

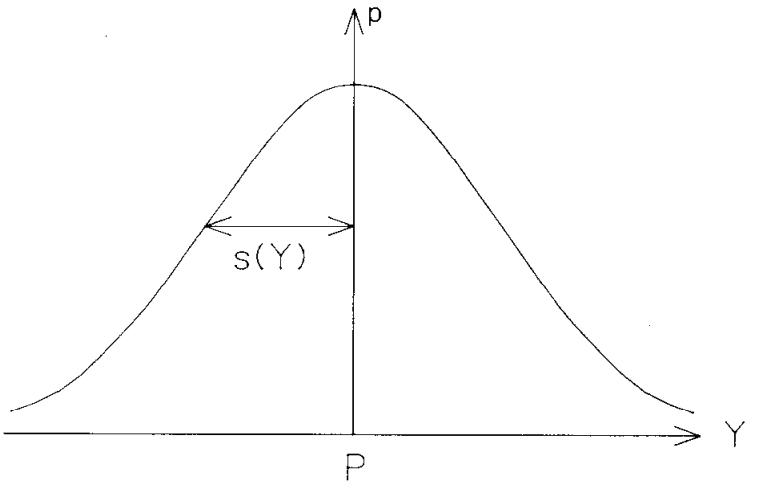
$$L_{AE}(X,Y) = L_{AE}(25000,Y)$$

For $X>25000$ og $Y>3000$:

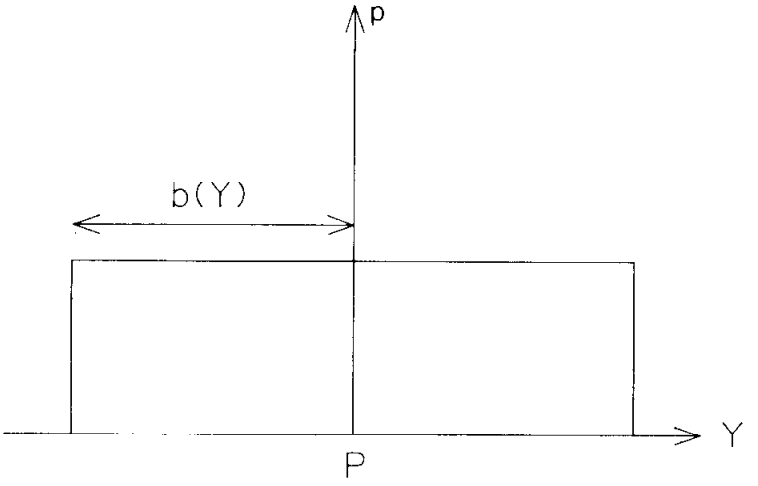
$$L_{AE}(X,Y) = L_{AE}(25000,3000) - 25 \log\left(\frac{Y}{3000}\right)$$

B 4.3.2.3 **Beregning med lateral spredning.**
Hvis der i tværsnittet gennem P vinkelret på flyvevejen forekommer en lateral spredning af trafikken omkring den angivne flyvevej, må der korrigeres der for dette.

Der skelnes i metoden mellem to spredningsmodeller: Hvis flyene tilstræber at følge en flyvevej, regnes trafikken normalfordelt omkring flyvevejen med middelværdien beliggende på flyvevejen. Spredningens størrelse defineres ved standardafvigelsen s(X). Hvis flyene flyver i en sektor, regnes flyene jævnt fordelt inden for sektoren. Spredningen defines ved sektorens bredde b(X) til hver side for midterflyvevejen (svarende til det halve af sektorens totale bredde). Koordinaterne X,Y angives i begge tilfælde i forhold til midterflyvevejen. De to typer fordelinger er illustreret i figur B 4.8 og B 4.9.



Figur B 4.8
Normalfordeling.



Figur B 4.9
Jævn fordeling.

Normalfordelingen approximeres ved at fordele trafikken på fem spredningsflyveveje. Den ene af flyvevejene svarer til midterflyvevejen, mens de øvrige er anbragt med to på hver side af denne i en afstand på henholdsvis 1 og 2 gange spredningen s(X). Dette svarer til at beregningspunktets afstand Y' til hver af spredningsflyvevejene er som angivet i tabel B 4.4. Hvis Y' er negativ anvendes den numeriske værdi (positive del).

Nr.	Afstand Y' til spredningsflyvevejen	Andel af trafik	Korrektion for andel ΔL i dB
1	Y - 2s(X)	0,065	-11,9
2	Y - s(X)	0,24	-6,2
3	Y	0,39	-4,1
4	Y + s(X)	0,24	-6,2
5	Y + 2s(X)	0,065	-11,9

Tabel B 4.4
Definition af 5-punktsapproximation ved normalfordelt spredning.

Den jævne fordeling approximeres ved ligesom for normalfordelingen at anbringe andele af trafikken på fem spredningsflyveveje. Også her svarer den ene af flyvevejene til midterflyvevejen, mens de øvrige er anbragt med to på hver side af denne i en afstand på henholdsvis ½ og 1 gange bredden b(X). Afstanden Y' til hver af spredningsflyvevejene er som angivet i tabel B 4.5. Hvis Y' er negativ anvendes den numeriske værdi.

Nr.	Afstand Y' til spredningsflyvevejen	Andel af trafik	Korrektion for andel ΔL i dB
1	Y - b(X)	0,2	-7,0
2	Y - 0,5b(X)	0,2	-7,0
3	Y	0,2	-7,0
4	Y + 0,5b(X)	0,2	-7,0
5	Y + b(X)	0,2	-7,0

Tabel B 4.5
Definition af 5-punktsapproximation ved jævnt fordelt spredning.

Tabel B 4.4 og B 4.5 angiver endvidere andelen af trafikken på hver af spredningsflyvevejene, samt den korrektion ΔL i dB til støjdosen L_{AE}, som andelen giver anledning til.

Ved beregning af L_{AE} for en flyvevej med spredning bliver fremgangsmåden herefter: L_{AE} i punktet X,Y' bestemmes for

hver spredningsflyvevej. L_{AE} korrigeres for andelen af trafik ved at addere korrektionen ΔL i dB angivet i tabel B 4.4 eller B 4.5. Til sidst bestemmes den samlede korrigerede værdi L_{AE} ved at addere de 5 korrigerede L_{AE}-værdier på energimæssig basis:

$$L_{AE}(X,Y) = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{5} 10^{\frac{L_{AE}(X,Y_i') + \Delta L_i}{10}} \right) \qquad \text{(B 4.5)}$$

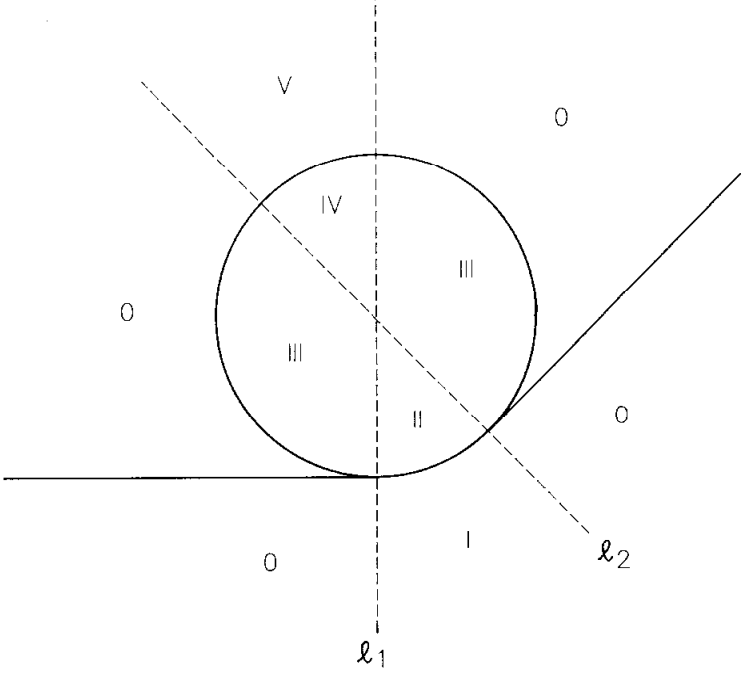
hvor Y_i' er afstanden til den i'te spredningsflyvevej
ΔL_i er korrektionen for andel på den i'te spredningsflyvevej

Hvis der forekommer lateral spredning af trafikken omkring en flyvevej, må spredningen udtrykt ved standardafvigelsen være kendt, som det fremgår af ovenstående. Hvis spredningen ikke er kendt, eller der ikke foreligger tilstrækkeligt materiale for at skønne denne, kan metoden angivet i bilag 1 anvendes. Denne metode indeholder bl.a. udtryk for spredningen størrelse under IFR-udflyvninger afhængigt af afstanden fra startpunktet.

B 4.3.2.4 **Korrektion for drej.**
Hvis et beregningspunkt befinder sig i nærheden af et drej er den grundlæggende forudsætning for anvendelse af tabellerne i immissionsdatabasen, nemlig at flyvevejen er ret, ikke opfyldt. Der er derfor nødvendigt at korrigere støjdosen L_{AE}, fundet ovenfor.

Den grundlæggende situation er den, hvor flyvevejen i nærheden af beregningspunktet består af to rette segmenter på hver side af et cirkulært segment, som f.eks. vist i figur B 4.4 - B 4.7.

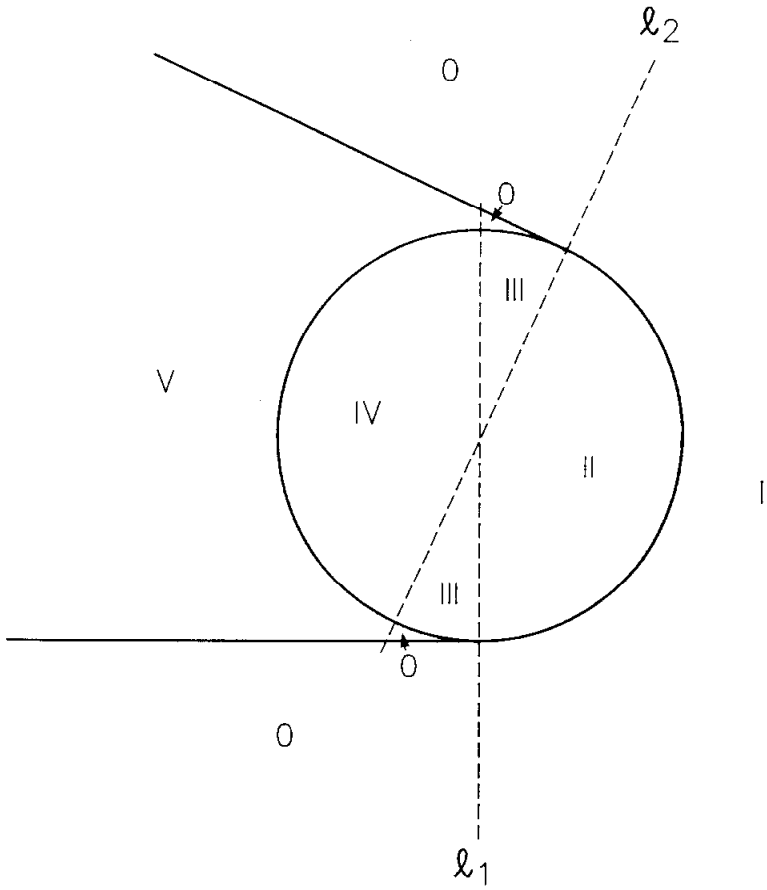
Ved korrektion for drej skelnes mellem, om beregningspunktet befinder sig på ydersiden eller på indersiden af et drej, om beregningspunktet befinder sig indenfor eller udenfor den cirkel, som cirkelsegmentet er en del af, og endelig hvor beregningspunktet er placeret i forhold til de vinkelområder, som afgrænses af de to linier $\ell 1$ og $\ell 2$, der går gennem cirklens centrum C og cirkelsegmentets endepunkter. De forskellige områder er defineret på figur B 4.10 - B 4.12, som viser et mindre drej, et større drej under 180° og et drej over 180°.



Figur B 4.10
Områdetyper ved korrektion for drej. Mindre drej.

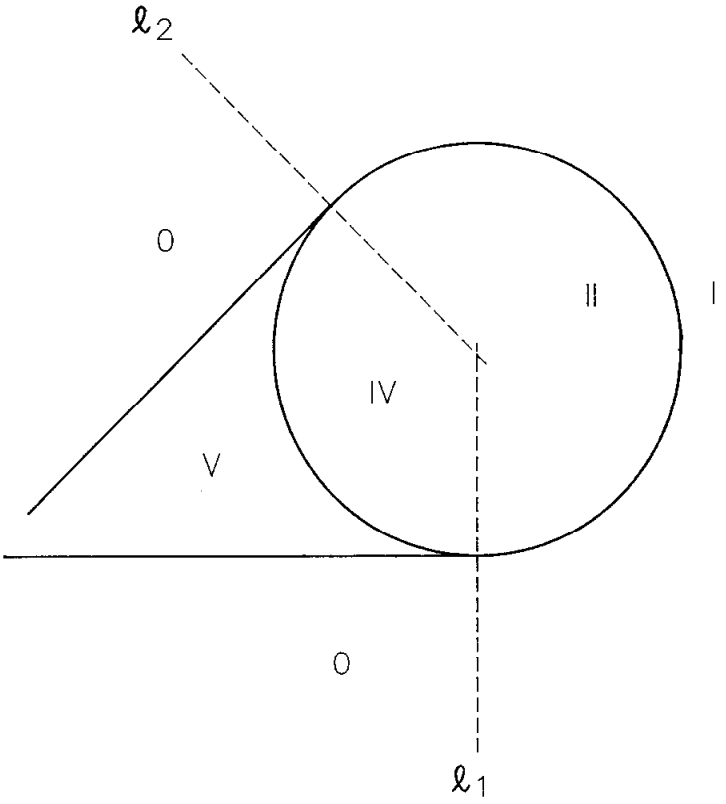
Når beregningspunktet befinder sig på ydersiden af et drej skelnes der mellem vinkelområdet mellem l1 og l2 og områderne udenfor. Der korrigeres kun for drej i det førstnævnte tilfælde, hvilket vil sige i området kaldet I på figur B 4.10. De to områder, hvor der ikke korrigeres, er på figuren betegnet 0.

Når beregningspunktet befinder sig på indersiden af et drej, må der skelnes mellem flere typer områder, som afgrænses af linierne ℓ1 og ℓ2 og cirklen. Områderne betegnes II-V, som vist på figur B 4.10. I område II er nærmeste segment det cirkulære segment. I område III er nærmeste segment et af de rette segmenter. I områderne II og III korrigeres der for drej. I det samme vinkelområde, som afgrænser område III, skal der ikke korrigeres for drej, hvis beregningspunktet befinder sig uden cirklen. Disse områder er betegnet med 0. I område IV og V tages hensyn til både det nærmeste og det næstnærmeste segment, som er de to rette segmenter. Forskellen på område IV, som befinder sig indenfor cirklen, og område V, som befinder sig udenfor cirklen, er, at der korrigeres for drej i IV men ikke i V.



Figur B 4.11
Områdetyper ved korrektion for drej. Større drej under 180°.

Figur B 4.11, som viser et større drej under 180°, indeholder samme typer områder for korrektion for drej, som figur B 4.10, men størrelsen af de områder på indersiden af drejet, hvor der ikke skal korrigeres, er mindsket betydeligt. Når drejet bliver større end 180°, som vist på figur B 4.12, forsvinder både de områder på indersiden af et drej, hvor der ikke skal korrigeres, og områderne kaldet III.



Figur B 4.12
Områdetyper ved korrektion for drej. Drej over 180°.

Når et beregningspunkt befinder sig på ydersiden af et drej i område I, adderes en korrektion beregnet ud fra følgende formel:

$$\Delta L_{AE} = 10 \left(\sin \frac{\psi}{2}\right) \log \left(1 - 2{,}75 \frac{Y}{R+Y} \cdot \frac{\psi_P(\psi-\psi_P)}{\psi^2}\right) \quad \text{(B 4.6)}$$

hvor ψ er drejningsvinklen i °, som defineret i figur B 4.1

ψ_P er vinklen i ° fra drejets start til P, som vist på figur B 4.5

R er radius

Når et beregningspunkt befinder sig på indersiden af et drej og inden for cirklen, dvs. i områderne II, III og IV, adderes en korrektion beregnet ud fra følgende formel:

$$\Delta L_{AE} = 10 \log \left(1 + \frac{\psi}{\pi}\right)\left(\frac{R-BC}{R}\right)^2 \qquad \text{(B 4.7)}$$

hvor ψ og R er defineret som i formel (B 4.6), og

BC er afstanden fra B til C

Når et beregningspunkt befinder sig på indersiden af et drej i et af områderne IV og V må der medregnes et bidrag fra det næstnærmeste segment. Ved beregning af dette bidrag anvendes en korrigeret afstand Y', som beregnes ud fra følgende formel:

$$Y' = \frac{Y}{\sin\left(\arctan 4 \frac{Y_1 + Y_2}{\Delta X}\right)} \qquad \text{(B 4.8)}$$

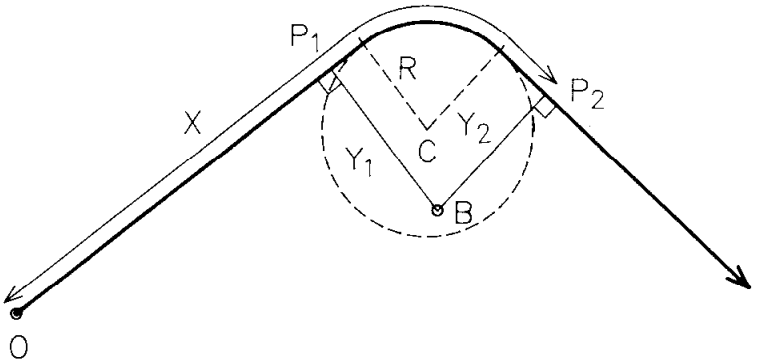
hvor Y er den næstnærmeste afstand (største værdi af Y_1 og Y_2)

ΔX er afstanden fra P_1 til P_2 målt langs flyvevejen, når der ses bort fra det cirkulære segment, eller sagt på en anden måde summen af afstandene fra P_1 og P_2 til cirkelsegmentet (= $\Delta_1 + \Delta_2$ på figur B 4.14).

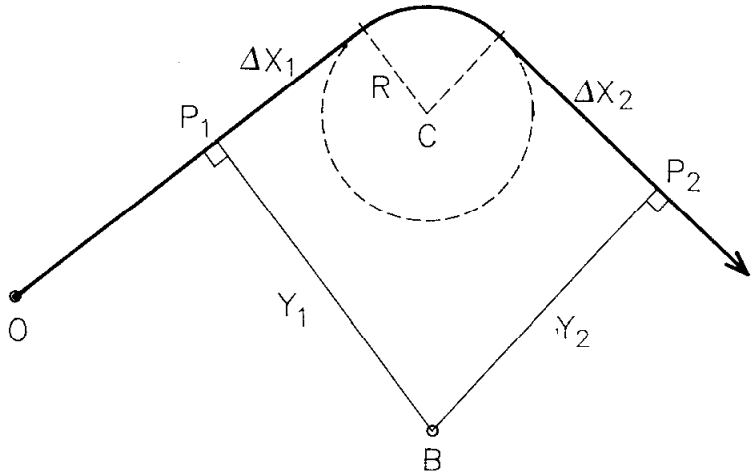
Den samlede støjdose i beregningspunktet findes ved en energimæssig addition af bidraget $L_{AE,1}$ og $L_{AE,2}$ fra det nærmeste og det næstnærmeste segment, som udtrykt i følgende formel:

$$L_{AE} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{AE,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{AE,2}}{10}}\right) \qquad \text{(B 4.9)}$$

Eksempler på beregningspunkter, som befinder sig i henholdsvis område I, II, III, IV og V, er vist i figur B 4.5, B 4.6, B 4.7, B 4.13 og B 4.14.



Figur B 4.13
Eksempel på beregningspunkt i forbindelse med drej.



Figur B 4.14
Eksempel på beregningspunkt i forbindelse med drej.

Da korrektionerne for drej, som det fremgår ovenfor, er rimeligt besværlige at udføre, er det ønskeligt at begrænse denne del af beregningerne mest muligt. Som hovedregel kan det nævnes, at hvis et beregningspunkt placeret på indersiden af et drej befinder sig mindst 3 gange cirklens radius R fra centrum C, er det ikke nødvendigt at anvende ovennævnte formler. I dette tilfælde kan bidraget fra næstnærmeste segment blot medtages som en selvstændig flyvevej. Ved overslagsmæssige beregningerne, kan der eventuelt ses bort fra korrektion for drej på ydersiden af drejet, hvilket vil give en overestimering af de beregnede niveauer. På indersiden korrigeres kun de steder, hvor der ikke findes et næstnærmeste segment (område II og III),

mens nærmeste og næstnærmeste segment i områderne IV og V blot behandles som selvstændige rette flyveveje.

Hvis flyvevejens geometri ikke er så simpel, at flyvevejen i nærheden af beregningspunktet består af to rette segmenter på hver side af et cirkulært segment, eller hvis flere dele af flyvevejen bidrager til støjdosen og disse ikke kan behandles som selvstændige flyveveje, vil problemet i almindelighed være for kompliceret til at nærværende metode til beregning af flystøjbelastningen i et punkt er anvendelig. Ønskes flystøjbelastningen beregnet for sådanne komplicerede situationer, må henvises til metoden for korrektion for drej beskrevet i bilag 1.

I stedet for at anvende formel B 4.4 og B 4.5 til beregning af korrektionen kan tabellerne i afsnit B 4.3.6 med beregnede korrektioner eventuelt anvendes. Tabellerne er endvidere velegnede til en bedømmelse af, om korrektion er nødvendig.

B 4.3.2.5 **Bidrag fra fjernere segmenter.**
Normalt vil det være tilstrækkeligt at tage hensyn til bidraget fra den næstnærmeste del af flyvevejen, som beskrevet i afsnit B 4.3.2.4 vedrørende korrektion for drej. I tilfælde hvor flyvevejens geometri betyder, at flere dele af flyvevejen ligger i en afstand fra beregningspunktet, som gør, at de kan bidrage til støjdosen, må disse dele af flyvevejen behandles som selvstændige flyveveje og bidraget fra hver af adderes.

B 4.3.2.6 **Korrektion for trafikmængde.**
Metoden beskrevet i afsnit B 4.3.2.2 - B 4.3.2.5 anvendes til beregning af støjdosen L_{AE} for 1 operation med en given flytype. Hvis der forekommer mere end en flytype, må beregningerne gentages for hver flytype.

Ved beregning af støjbelastningen L_{DEN} må de fundne værdier af L_{AE} summeres med korrektion for antallet af operationer, tidspunkt på døgnet eller ugen og for referencetidsrummet i overensstemmelse med DENL-metoden.

L_{DEN} beregnes efter følgende formel:

$$L_{DEN} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1} N_{W,i} \, 10^{\frac{L_{AE,i}}{10}} \right) \qquad \text{(B 4.10)}$$

hvor $L_{AE,i}$ er støjdosen for 1 operation med den i'te flytype eventuelt korrigeret for lateral spredning af trafikken

$N_{W,i}$ er det døgn- og ugevægtede antal af operationer med den i'te flytype i referencetidsrummet T

T er referencetidsrummet for L_{DEN} i sekunder

Det døgn- og ugevægtede antal operationer findes ved at multiplicere antallet af operationer i hver af tidsperioderne angivet i vejledningens tabel B 4.1 med en vægfaktor W:

$$W = 10^{\frac{\Delta L}{10}} \qquad \text{(B 4.11)}$$

Hvor ΔL er vægtningen i dB angivet i tabel B.1. $N_{w,i}$ er derefter lig med summen af de således vægtede operationstal for den i'te flytype.

B 4.3.3 Beregning af maksimalniveau for en enkelt flyvevej.

B 4.3.3.1 Princip.

Grundlæggende bestemmes det maksimale A-vægtede lydtryksniveau L_{Amax} i et beregningspunkt, for en given flyvevej, på basis af beregningspunktets placering X,Y i forhold til den nærmeste del af flyvevejen. Dette er beskrevet i afsnit B 4.3.3.2. Den beregnede maksimalværdi anvendes uden korrektioner.

Hvis der forekommer lateral spredning af trafikken omkring en given flyvevej bestemmes X,Y i forhold til den flyvevej, som svarer til den nærmeste flypassage, der ønskes taget i betragtning.

B 4.3.3.2 Grundlæggende beregning i et punkt.

Det forudsættes i nærværende metode, at en flyvevej består af rette og cirkulære segmenter. Dette er illustreret i figur B 4.1, hvor segmenterne 1, 3 og 5 er rette, mens 2 og 4 er cirkulære. De cirkulære segmenter defineres ved placering af centrum C, radius R og drejets størrelse ψ. Hvis en flyvevej ikke opfylder dette, må den tilnærmes med rette og cirkulære segmenter.

Som omtalt i afsnit B 4.3.1 bestemmes først det punkt P på flyvevejen, der er nærmest beregningspunktet B. Linien PB vil være vinkelret på flyvevejen i punktet P (eller på flyvevejens forlængelse fra begyndelsespunktet O).

Figur B 4.2 viser det simple tilfælde, hvor der er tale om en ret flyvevej. Afstanden fra P til B kaldes Y, mens afstanden fra P til O målt langs flyvevejen kaldes X. Begyndelsespunktet O er for starter defineret som startpunktet (brake release) og for lan-

dinger defineret som sætningspunktet (touch-down). O svarer til (0,0) i immisionsdatabasens tabeller.

Når punktet B befinder sig i halvplanen bag begyndelsespunktet, som illustreret i figur B 4.3, er Y afstanden til flyvevejens forlængelse, som er vist med punkteret linie, mens X er afstanden fra P til O langs den forlængede flyvevej. I dette tilfælde er X negativ.

Figur B 4.4 - B 4.7 illustrerer definitionen af X og Y når flyvevejen indeholder et cirkulært segment.

Når X,Y er fundet kan maksimalværdien L_{Amax} bestemmes for hver flytype på flyvevejen ved opslag i den til flytypen hørende immisionsdatatabel Denne omfatter støjniveauer i følgende netværk:

X: -3000 m til 25000 m i 200 m spring
Y: 0 m til 3000 m i 100 m spring

Hvis punktet X,Y ikke netop svarer til et af punkterne i netværket må støjniveauet $L_{Amax}(X,Y)$ findes ved lineær interpolation. En lineær interpolation kan udtrykkes i følgende formler:

$$L_{Amax}(X,Y) = (L_2-L_1)\frac{Y-Y_1}{Y_2-Y_1} + L_1 \qquad \text{(B 4.12)}$$

hvor

$$L_1 = \left(L_{Amax}(X_2,Y_1) - L_{Amax}(X_1,Y_1)\right)\frac{X-X_1}{X_2-X_1} + L_{Amax}(X_1,Y_1)$$

$$L_2 = \left(L_{Amax}(X_2,Y_2) - L_{Amax}(X_1,Y_2)\right)\frac{X-X_1}{X_2-X_1} + L_{Amax}(X_1,Y_2)$$

X_1 og X_2 er X-værdierne i netværket umiddelbart under og over X, mens Y_1 og Y_2 tilsvarende er Y-værdierne umiddelbart under og over Y. L_1 og L_2 er hjælpestørrelser anvendt for at forenkle formlerne. Da $L_{Amax}(X,Y)$ vil ligge i intervallet mellem den største og mindste værdi i de fire punkter omkring X,Y ($L_{Amax}(X_1,Y_1)$, $L_{Amax}(X_2,Y_1)$, $L_{Amax}(X_1,Y_2)$ og $L_{Amax}(X_2,Y_2)$) kan $L_{Amax}(X,Y)$ eventuelt, hvis forskellen mellem de fire værdier ikke er stor i forhold til den ønskede nøjagtighed, bestemmes ved et skøn.

Generelt er det betænkeligt at anvende metoden til bestemmelse af støjen for positioner beliggende uden for det angivne netværk. I enkelte tilfælde kan det dog være ønskeligt at medtage sekundære bidrag fra fjernere liggende dele af en flyvevej. I

dette tilfælde udføres ekstrapolationer efter følgende principper, idet det må pointeres, at der er tale om grove generaliseringer:

$$\left.\begin{array}{l}
\textit{For } -3000<X<25000 \textit{ og } Y>3000: \\
L_{Amax}(X,Y) = L_{Amax}(X,3000) - 35 \log\left(\frac{Y}{3000}\right) \\
\textit{For } X<-3000 \textit{ og } Y<3000: \\
L_{Amax}(X,Y) = L_{Amax}(-3000,Y) - 30 \log\left(\frac{X}{-3000}\right) \\
\textit{For } X<-3000 \textit{ og } Y>3000: \\
L_{Amax}(X,Y) = L_{Amax}(-3000,3000) - 30 \log\left(\frac{X}{-3000}\right) - 35 \log\left(\frac{Y}{3000}\right) \\
\textit{For } X>25000 \textit{ og } Y<3000: \\
L_{Amax}(X,Y) = L_{Amax}(25000,Y) \\
\textit{For } X>25000 \textit{ og } Y>3000: \\
L_{Amax}(X,Y) = L_{Amax}(25000,3000) - 35 \log\left(\frac{Y}{3000}\right)
\end{array}\right\} \quad \text{(B 4.13)}$$

Den beskrevne metode anvendes til beregning af maksimalværdien L_{Amax} for 1 operation med en given flytype. Hvis der forekommer mere end en flytype, må beregningerne gentages for hver flytype, og maksimalværdien bestemmes af det fly, som giver den største værdi.

Principielt indgår støjbegivenhedernes hyppighed ikke ved bestemmelse af maksimalværdi, ligesom maksimalværdien for den samlede trafik på en flyvevej bestemmes af det fly, som giver den største værdi.

B 4.3.4 Summering af beregnede støjniveauer fra flere flyveveje.

Den samlede støjbelastning L_{DEN} i et beregningspunkt fra hele trafikken på lufthavnen/-flyvepladsen foregår ved en energimæssig summering af de beregnede støjbelastninger for de enkelte flyveveje, som omtalt i afsnit 3: Dette kan matematisk udtrykkes:

$$L_{DEN} = 10 \log \sum_i 10^{\frac{L_{DEN,i}}{10}} \qquad \text{(B 4.14)}$$

Hvor $L_{DEN,i}$ er støjbelastningen fra den i'et flyvevej.

Det maksimale A-vægtede lydtrykniveau L_{Amax} i et beregningspunkt fra hele trafikken på lufthavnen/flyvepladsen bestemmes principielt af den flyvevej, som giver den største værdi.

B 4.3.5 Princip for summering af lydtrykniveauer på energibasis.

Hvis to lydtrykniveauer L_1 og L_2 skal summeres på energibasis udtrykkes dette matematisk på følgende måde:

$$L = 10 \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \qquad \text{(B 4.15)}$$

Ifølge udtrykket beregnes først energierne $10^{\frac{L_1}{10}}$ og $10^{\frac{L_2}{10}}$ svarende til L_1 og L_2. 10^X er den almindelige antilogaritme til X (på en lommeregner ofte INV LOG). Energien summeres og det resulterende lydtrykniveau L findes ved at tage 10-tals logaritmen til den samlede energi og multiplicere med 10.

Der er også mulighed for anvendelse af en grafisk metode til summering af to lydtrykniveauer. Summen findes ved til det højeste lydtrykniveau at addere et tillæg med en størrelse som er afhængigt af forskellen mellem de to lydtrykniveauer. Størrelsen af tillægget er angivet på figur B 4.15.

Skal f.eks. lydtrykniveauerne 57,0 og 50,0 dB adderes, er forskellen 7,0 dB. Denne forskel giver ifølge figur 3.17 et tillæg på 0,8 dB, hvorved totalen bliver 57,8 dB.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 5/1994

Udgivelsesår: 1994

Titel: Støj fra flyvepladser

Undertitel:
Bilag – beregningsmetoder og databaser

Forfatter(e):

Udførende institution(er):

Resumé:
Med denne vejledning har Miljøstyrelsen redegjort for støj fra flyvepladser og generne fra denne, måling og beregning af støjen, grænseværdier, planlægning samt behandling af godkendelser og klager efter miljøbeskyttelsesloven.

Emneord:
støj; støjmålinger; flyvepladser; modelberegninger; fly; godkendelser; grænseværdier; kontrol; klagesager

ISBN: 87-7810-128-2

ISSN: 0108-6375

Pris (inkl. 25% moms): 150,- kr.

Format: A5

Sidetal: 247 + 2 bilagsillustrationer i lomme + 1 diskette

Md./år for redaktionens afslutning: november 1993

Oplag: 550

Andre oplysninger:
Vejledning samt bilagsbind erstatter "Beregning af støj omkring flyvepladser" (Vejledning fra Miljøstyrelsen, 5/1982), og "Flyvepladser og lufthavne" (Vejledning fra Miljøstyrelsen, 2/1988)

Tryk: Stougaard Jensen/Scantryk, København

Trykt på 100% genbrugspapir, Cyclus

[B 10.1] Støjkontrol ved lufthavne/flyvepladser. Statens Luftfartsvæsen, 1988.

[B 10.2] Støjkontrol ved flyvepladser. Statens Luftfartsvæsen, forventes udgivet 1994.

[B 10.3] Teknisk Notat LI 648/86. Database for metode til kontrol af støjbelastningen ved lufthavne og flyvepladser. Lydteknisk Institut, 19. november 1986.

[B 10.4] Teknisk Notat AV75/94. TSEL-værdier til TDENL-metoden. DELTA Akustik & Vibration (Lydteknisk Institut), 28. januar 1994.

[B 10.5] ECAC.CEAC DOC No. 29. Standard method of computing noise contours around civil airports. February 1986.

[B 10.6] Teknisk Rapport LI 168/88. TSEL-værdier for helikoptere. Lydteknisk Institut, 1. marts 1988.

[B.11.1] B. Plovsing og C. Svane: "Beregning af flystøj indendørs". Lydteknisk Institut. Februar 1988.

[B.11.2] "Støjprojektet lydisolering. Tekniske løsninger". DSB og Rådg.Ing.firma Johs. Jørgensen A/S, København 1987.

[B.11.3] "Kastrup-katalog. En oversigt over tekniske muligheder for isolering mod flystøj". Miljøstyrelsen og Rådg.Ing.firma Johs. Jørgensen A/S, København 1980.

[B 2.4] Viborg Flyveplads. Nuværende og fremtidig støjbelastning. Lydteknisk Institut, Rapport LI 540/89. Juli 1989.

[B 3.1] Støjdatabase for turbopropfly, forretningsjetfly og helikoptere. Lydteknisk Institut, Teknisk Rapport LI 12/86, 1986.

[B 4.1] Air Traffic Noise Calculation - Nordic Guidelines. Nordic Council of Ministers, 1993.

[B 5.1] Bestemmelser for civil luftfart. BL 9-6: "Ultralette luftfartøjer". Statens Luftfartsvæsen, 1. aug. 1985.

[B 5.2] Bestemmelser for civil luftfart BL 5-19: "VFR-NAT-flyvning med flyvemaskiner". Statens Luftfartsvæsen, 1. nov. 1986.

[B 5.3] Bestemmelser for civil luftfart BL 5-38: "VFR-NAT-flyvning med helikoptere". Statens Luftfartsvæsen, 23. maj 1993.

[B 5.4] Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. International Civil Aviation Organization, Vol 1, Chapter 6, 1st. ed 1982.

[B 7.1] Birger Plovsing og Christian Svane: "Støj fra faldskærmsflyvning. Forenklet beregningsmetode". Lydteknisk Institut. LI 1385/84. Nov. 1984.

[B 7.2] Birger Plovsing og Christian Svane: "Støj fra faldskærmsflyvning. Den støjmæssige betydning af et reduceret omdrejningstal under stigning". Lydteknisk Institut. Teknisk notat LI 1009/84, 1984.

[B 7.3] Birger Plovsing og Christian Svane: "Støj fra faldskærmsflyvning. Betydning af flyvevejsgeometrien under opstigning". Lydteknisk Institut. Teknisk notat LI 1010/84, 1984.

[B 7.4] B. Helmø Larsen: "Vejledning til nedsættelse af støjgener i forbindelse med fladskærmsflyvning". Luftfartsdirektoratet. April 1976.

[B 8.1] B. Plovsing og C. Svane: "Støj fra ultralette fly. Standardberegninger". Lydteknisk Institut rapport nr. 997/85. August 1985.

Litteratur

[B 1.1] Nordisk støj- og præstationsdatabase. Luftfartsverket, Sveige.

[B 1.2] European Civil Aviation Conference: "Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports" ECAC Doc. No. 29, February 1986.

[B 1.3] Society of Automotive Engineers (SAE) Aerospace Information Report (AIR) 1845: "Procedure for the calcualtion of Airplane Noise in the Vicinity of Airports", March 1986.

[B 1.4] ICAO: "Recommended Method for Computing Noise Contours around Civil Airports", CAEP/1-WP2, Appendix E.

[B 1.5] Society of Automotive Engineers (SAE, Aerospace Information Report (AIR) 1751: "Prediction Method for Lateral Attenuation of Airplane Noise During Take-Off and Landing". March 1991.

[B 1.6] B. Plovsing og C. Svane: "Flystøj i de nordiske lande. Analyse af beregningsmetoder". Lydteknisk Institut, Rapport nr. 137, juni 1987.

[B 1.7] M. C. Flythe: "INM, Integrated Noise Model, Version 3, User's Guide - Revision 1", Federal Aviation Administration, Report No. DOT/FAA/EE.92/02, June 1992.

[B 2.1] B. Plovsing and C. Svane: "Aircraft Noise Exposure Prediction Model. Guidelines for the Methodology of a Danish Computer Program", Technical Report No. 101, July 1983.

[B 2.2] Kåre H. Liasjø og Idar L. N. Granøien: "Sammenligning av flystøyberegningsprogrammene INM-2/6, INM-3/9, INM-3/10, DANSIM og NOISEMAP", (Beregninger og målinger vedrørende Fornebu), SINTEF DELAB SFT40 A93043, April 1993.

[B 2.3] Peter Henningsen: "Afprøvning af forskrifter og metoder til beregning af flystøj", Acoustica, december 1993.

Århus Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Århus/Tirstrup	Midtdjurs	Lufthavn Flyvestation	Offentlig, IMC Militær, IMC	5618N 1037E
Randers	Randers	Regional flp.	Offentlig, VMC	5630N 1002E
Anholt	Grenå	Note 1	Offentlig, VMC	5642N 1133E
Samsø	Samsø	Note 1	Offentlig, VMC	5553N 1037E
Ebeltoft Søflyveplads	Ebeltoft	Almen flp.	Privat (Reg.)	5609N 1039E
Estruplund	Rougsø	Almen flp.	Privat (Reg.)	5633N 1022E
Emmelev	Nørre Djurs	Almen flp.	Privat (Reg.)	5629N 1047E
Grenå/Stensmark	Grenå	Almen flp.	Privat (Reg.)	5627N 1056E
Hov	Odder	Almen flp.	Privat	5556N 1014E
Kastbjerg	Mariager	Almen flp.	Privat	5638N 1010E
Skalmstrup	Nørhald	Almen flp.	Privat	5632N 1012E
Skovslund	Ry	Almen flp.	Privat	5604N 0941E
Århus Havn	Århus	Almen flp.	Privat (Reg.)	5610N 1018E
Høgebjerg	Hadsten	Ultralet flp.	Privat (Reg.)	5622N 0958E

Note 1: Amtets miljømæssige vurdering af pladsen er ikke afklaret eller ikke oplyst i regionplanerne.

Lerchenborg Gods	Kalundborg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5540N 1103E
Reerslev/Høng	Høng	Almen flp.	Privat (Reg.)	5534N 1123E
Slagelse	Slagelse	Almen flp.	Privat (Reg.)	5523N 1119E
Tolstrup	Ringsted	Almen flp.	Privat (Reg.)	5524N 1150E
Undløse	Jernløse	Almen flp.	Privat (Reg.)	5536N 1134E
Sprogø	Korsør	Helikopter	Privat (Reg.)	5520N 1058E
Gimlinge	Hashøj	Ultralet flp.	Privat (Reg.)	5519N 1128E
Slaglille	Sorø	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5527N 1138E
Tølløse	Tølløse	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5535N 1146E
Valsølille/Skjoldnæsh.	Ringsted	Drageflp.	Privat (Reg.)	5533N 1149E

Viborg Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Karup	Karup	Flyvestation med civ. trafik	Militær, IMC	5618N 0907E
Skive	Skive	Regional flp.	Offentlig, IMC	5633N 0910E
Thisted	Thisted	Regional flp.	Offentlig, IMC	5704N 0842E
Morsø	Morsø	Almen flp.	Offentlig, VMC	5650N 0847E
Viborg	Viborg	Note 1	Offentlig, VMC	5625N 0925E
Fur	Sundsøre	Almen flp.	Privat (Reg.)	5650N 0900E
Grønbæk/Ans	Bjerringbro	Almen flp.	Privat	5616N 0938E
Hanstholm	Hanstholm	Almen flp.	Privat	5705N 0848E
Sennels/Thisted	Thisted	Almen flp.	Privat (Reg.)	5657N 0847E
Ulbjerg	Møldrup	Almen flp.	Privat	5637N 0922E
Øster Assels	Morsø	Almen flp.	Privat	5643N 0842E

Tørsbøl	Gråsten	Almen flp.	Privat	5455N 0928E
Røde Kro	Aabenraa	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5505N 0917E

Vejle Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Vandel	Egtved	Flyvestation	Militær, IMC	5542N 0913E
Vamdrup/Kolding	Vamdrup	Regional flp.	Offentlig, IMC	5526N 0920E
Brædstrup	Brædstrup	Almen flp.	Privat	5556N 0939E
Ejstrupholm	Nørre Snede	Almen flp.	Privat	5600N 0916E
Endelave Syd	Horsens	Almen flp.	Privat	5545N 1017E
Endelave Vest	Horsens	Almen flp.	Privat	5545N 1015E
Jerlevgård	Vejle	Almen flp.	Privat	5540N 0927E
Lundagergård/Daugård	Vejle	Almen flp.	Privat (Reg.)	5544N 0941E
Rårup	Juelsminde	Almen flp.	Privat	5547N 0957E
Vejlefjord Søflp.	Børkop	Almen flp.	Privat (Reg.)	5542N 0938E
Billund svæveflp.	Give	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5544N 0909E
Hammer	Tørrind-Uldum	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5554N 0928E

Vestsjællands Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Kaldred/Kalundborg	Bjergsted	Note 1	Offentlig, VMC	5542N 1115E
Ringsted	Ringsted	Note 1	Offentlig, VMC	5526N 1148E
Trundholm	Trundholm	Rundflyvning	Godkendt, VMC	5553N 1135E
Dævidsrød	Slagelse	Almen flp.	Privat (Reg.)	5525N 1128E
Fårevejle	Dragsholm	Almen flp.	Privat	5548N 1124E
Gørlev	Gørlev	Almen flp.	Privat	5533N 1112E
Holbæk / Ny Hagested	Holbæk	Almen flp.	Privat (Reg.)	5544N 1136E
Holbæk Helikopterflp.	Holbæk	Almen flp.	Privat (Reg.)	5543N 1144E
Korsør	Korsør	Almen flp.	Privat	5521N 1115E

Storstrøms Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Maribo	Rødby	Regional flp.	Offentlig, IMC	5442N 1127E
Nakskov	Nakskov	Regional flp.	Offentlig, VMC	5449N 1108E
Avnø	Vordinborg	Militær flp.	Pt. ikke i drift	5505N 1146E
Koster Vig, Møn	Møn	Almen flp.	Offentlig, VMC	5458N 1212E
Aversi/Haslev	Suså	Almen flp.	Privat (Reg.)	5521N 1150E
Hårlev/Chr.minde	Fakse	Almen flp.	Privat	5520N 1212E
Marthasminde	Ravnsborg	Almen flp.	Privat	5455N 1106E
Næstved	Næstved	Almen flp.	Privat	5513N 1144E
Nr. Alslev/Lundby	Nørre Alslev	Almen flp.	Privat	5453N 1151E
Orupgård	Stubbekøbing	Almen flp.	Privat (Reg.)	5446N 1157E
Svinø Vig	Vordingborg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5506N 1147E
Valnæsgård	Nørre Alslev	Almen flp.	Privat	5457N 1145E
Ålstrup	Højreby	Almen flp.	Privat	5446N 1119E
Kongsted/Nymark	Rønnede	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5515N 1203E

Sønderjyllands Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Sønderborg	Sønderborg	Lufthavn	Offentlig, IMC	5458N 0948E
Vojens/Skrydstrup	Vojens	Flyvestation med civ. trafik	Militær, IMC	5513N 0916E
Kruså-Padborg	Bov	Regional flp.	Offentlig, VMC	5452N 0917E
Haderslev	Christiansfeld	Almen flp.	Offentlig, VMC	5518N 0931E
Tønder	Tønder	Note 1	Offentlig, VMC	5456N 0851E
Jels Helikopterflp.	Haderslev	Almen flp.	Privat (Reg.)	5522N 0913E
Løjtved	Løgumkloster	Almen flp.	Privat	5507N 0858E
Nordborg	Nordborg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5505N 0945E
Skærbæk	Skærbæk	Almen flp.	Privat (Reg.)	5510N 0845E

Ringkøbing Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Herning	Herning	Regional flp.	Offentlig, VMC	5611N 0903E
Lindtorp	Holstebro	Regional flp.	Privat (Reg.)	5624N 0827E
Stauning	Skjern	Regional flp.	Offentlig, IMC	5559N 0821E
Lemvig	Lemvig	Almen flp.	Offentlig, VMC	5630N 0819E
Spjald	Videbæk	Almen flp.	Offentlig, VMC	5606N 0831E
Tim	Ringkøbing	Rundflyvning	Godkendt, VMC	5611N 0820E
Ikast	Ikast	Almen flp.	Privat	5608N 0912E
Sdr. Felding/Jutlandia	Åskov	Almen flp.	Privat	5557N 0846E
Søndbjerg	Thyholm	Almen flp.	Privat (Reg.)	5637N 0833E
Arnborg	Herning	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5601N 0901E
Fasterholt	Herning	Drageflp.	Privat (Reg.)	5600N 0906E
Nørre Felding	Holstebro	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5618N 0835E
Nørre Vium	Videbæk	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5601N 0840E
Silkeborg/Chr.Hede	Ikast	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5606N 0924E

Roskilde Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
København/Roskilde	Roskilde/Ramsø	Lufthavn	Offentlig, IMC	5535N 1208E
Herringløse	Gundsø	Almen flp.	Privat (Reg.)	5542N 1213E
Kildebrønde	Greve	Almen flp.	Privat	5537N 1218E
Veteran flp. Greve	Greve	Almen flp.	Privat (Reg.)	5535N 1215E

Kollerup	Fjerritslev	Almen flp.	Privat (Reg.)	5707N 0915E
Kongerslev	Sejlflod	Almen flp.	Privat	5652N 1006E
Serritslev	Brønderslev	Almen flp.	Privat	5719N 0957E
Stagsted	Droninglund	Almen flp.	Privat (Reg.)	5710N 1012E
Vadum	Aalborg	Almen flp.	Privat	5708N 0953E
Ålbæk Bugt	Skagen	Almen flp.	Privat (Reg.)	5742N 1037E
Brønderslev II	Brønderslev	Ultralet flp.	Privat (Reg.)	5715N 0957E
Hjørring/Bøgsted	Sindal	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5727N 1005E
Nibe/Borup	Års	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5655N 0928E
Ottestrup/Sæby	Sæby	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5721N 1024E
Vennersborg/Ferslev	Aalborg	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5657N 0956E

Ribe Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Billund	Billund	Lufthavn	Offentlig, IMC	5544N 0909E
Esbjerg	Esbjerg	Lufthavn	Offentlig, IMC	5532N 0833E
Oxbøl	Blåvands Huk	Militærflp.	Militær, VMC	5538N 0814E
Sønderho/Fanø	Fanø	Rundflyvning	Pt. ikke godk.	5521N 0828E
Brørup	Brørup	Almen flp.	Privat	5528N 0858E
Filskov	Grundsted	Almen flp.	Privat	5549N 0903E
Grimlund/Hoven	Ølgod	Almen flp.	Privat	5549N 0843E
HELI-D.O.S.	Ejbjerg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5527N 0827E
Hoddeskov	Ølgod	Almen flp.	Privat	5542N 0843E
Nymindegab	Blåbjerg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5550N 0811E
Varde	Varde	Almen flp.	Privat	5536N 0826E
Ølgod	Ølgod	Almen flp.	Privat (Reg.)	5549N 0833E
Bolhede	Helle	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5538N 0845E
Gesten	Vejen	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5533N 0911E

Københavns Amt (incl. Københavns og Frederiksberg kommune)

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
København/Kastrup	Tårnby/Dragør	Lufthavn	Offentlig, IMC	5537N 1239E
Værløse	Værløse	Flyvestation	Militær, IMC	5546N 1219E
Langelinie	København	Rundflyvning	Godkendt, VMC	5542N 1236E
Maglemose	Høje Tåstrup	Almen flp.	Privat	5541N 1211E
Middelgrunden	København	Almen flp.	Privat (Reg.)	5542N 1240E
Ballerup/Albatros	Ballerup	Ultralet flp.	Privat (Reg.)	5545N 1217E
Glostrup	Glostrup	Helikopter	Privat (Reg.)	5542N 1226E
Tåstrup	Høje Tåstrup	Helikopter	Privat (Reg.)	5539N 1217E

Nordjyllands Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Aalborg	Aalborg	Lufthavn/ Flyvestation	Offentlig, IMC Militær, IMC	5705N 0951E
Aars/Vesthimmerland	Aars	Regional flp.	Offentlig, VMC	5651N 0928E
Hadsund	Hadsund	Regional flp.	Offentlig, VMC	5645N 1014E
Læsø	Læsø	Regional flp.	Offentlig, VMC	5717N 1100E
Sindal	Sindal	Regional flp.	Offentlig, IMC	5730N 1014E
Løkken/Klitladen	Løkken-Vrå	Rundflyvning	Godkendt, VMC	5721N 0943E
Bjergby	Hjøring	Almen flp.	Privat (Reg.)	5730N 1005E
Brønderslev I	Brønderslev	Almen flp.	Privat (Reg.)	5717N 0953E
Dauergård	Sejlflod	Almen flp.	Privat	5653N 1004E
Fristrup	Åbybro	Almen flp.	Privat	5708N 0942E
Hobro	Hobro	Almen flp.	Privat	5638N 0946E
Hundelev	Løkken-Vrå	Almen flp.	Privat	5726N 0952E
Jægersminde	Fjerritslev	Almen flp.	Privat (Reg.)	5703N 0910E
Klitgård	Hals	Almen flp.	Privat	5707N 1019E

Pusagergård	Græsted-Gilleleje	Almen flp.	Privat (Reg.)	5607N 1210E
Frederikssund Nord	Frederikssund	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5551N 1205E
Gørløse	Gørløse	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5553N 1214E

Fyns Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Odense	Otterup	Lufthavn	Offentlig, IMC	5528N 1020E
Sydfyn/Tåsinge	Svendborg	Regional flp.	Offentlig, VMC	5501N 1034E
Ærø	Æreskøbing	Regional flp.	Offentlig, VMC	5451N 1027E
Bogense	Bogense	Almen flp.	Privat (Reg.)	5533N 1002E
Brudager	Gudme	Almen flp.	Privat	5507N 1040E
Fangel/Odense	Odense	Almen flp.	Privat	5518N 1019E
Frisenvænge	Fåborg	Almen flp.	Privat	5507N 1022E
Glamsbjerg/Vestfyn	Glamsbjerg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5515N 1003E
Hov/Langeland	Tranekær	Almen flp.	Privat (Reg.)	5509N 1057E
Kerteminde	Kerteminde	Almen flp.	Privat	5527N 1036E
Klarskov/Agedrup	Langeskov	Almen flp.	Privat (Reg.)	5525N 1030E
Lejbølle/Langeland	Tranekær	Almen flp.	Privat	5502N 1052E
Rolfsted	Årslev	Almen flp.	Privat (Reg.)	5520N 1035E
Snarup	Krarup	Almen flp.	Privat	5510N 1025E
Steensgaard	Fåborg	Almen flp.	Privat	5509N 1011E
Vester Åby	Fåborg	Almen flp.	Privat	5506N 1023E
Revninge	Kerteminde	Ultralet flp.	Privat (Reg.)	5525N 1040E
Vøjstrup	Broby	Svæveflp.	Privat (Reg.)	5515N 1012E

B 12 Lufthavne, flyvestationer og flyvepladser fordelt på amter.

Lufthavne, flyvestationer og flyvepladser fordelt på amter.

Oversigten er udarbejdet af Statens Luftfartsvæsen, juli 1994.

Oplysninger i rubrikken "Type" er primært baseret på amternes regionplaner suppleret med Statens Luftfartsvæsens viden om den aktuelle flyveplads (flp.).

Oplysningerne i rubrikken "Kategori" er baseret på Statens Luftfartsvæsens rubricering af flyvepladsen. I parantes (Reg.) er angivet om de private flyvepladser er registreret af Statens Luftfartsvæsen i henhold til BL 3-7, "Anmeldelse og registrering af private flyvepladser".

Bornholms Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Bornholm	Rønne	Lufthavn	Offentlig, IMC	5504N 1446E
Rø	Allinge-Gudhjem	Regional flp.	Offentlig, VMC	5513N 1453E

Frederiksborg Amt

By/Flyveplads	Kommune	Type	Kategori	Position
Allerød	Allerød	Almen flp.	Godkendt	5552N 1219E
Anisse	Helsinge	Almen flp.	Privat (Reg.)	5559N 1213E
Frederikssund Syd	Frederikssund	Almen flp.	Privat (Reg.)	5549N 1205E
Freerslev; Nr. Hald	Hillerød	Almen flp.	Privat (Reg.)	5554N 1215E
Grønholt	Fredensborg	Almen flp.	Privat (Reg.)	5556N 1223E
Grønnese	Hundested	Almen flp.	Privat	5557N 1155E
Langkjærgaard	Frederiksværk	Almen flp.	Privat	5559N 1200E
Melby	Frederiksværk	Almen flp.	Privat (Reg.)	5600N 1157E
Neder Dråby	Jægerspris	Almen flp.	Privat (Reg.)	5551N 1200E
Niverød	Karlebo	Almen flp.	Privat (Reg.)	5556N 1228E

- at variationsområdet for ΔL_A på grund af forskellige flytyper er mindre end ±2 dB;

- at middelværdien af ΔL_A for 11 flytyper svarer til ΔL_A for DC-9;

- at ΔL_A for propelfly er ½-1 dB mindre end gennemsnittet for jetfly og derfor inden for variationsområdet for disse;

- at lydisolationen falder med stigende afstand mellem støjkilde og hus, men at variationsområdet for ΔL_A relativt til værdien ved 900 m kun er ca. ±1 dB i afstandsintervallet 300-1800 m for alle kildespektre;

- at variationen i ΔL_A på grund af terrænets virkning på lydudbredelsen højst vil udgøre ±2 dB;

- at ΔL_A vil mindskes 1-3 dB ved fuld skærmning i forhold til det uskærmede tilfælde.

Den beregnede indflydelse af terrændæmpning og skærmning forudsætter, at der ikke er andre reflekterende flader end husets egen facade. I praksis vil der i et boligområde næsten altid være reflekterende flader til stedet, som dels vil udjævne terrænets indflydelse på udendørsspektret, dels vil nedsætte spektrets drejning på grund af skærmning. Den i praksis forekommende indflydelse af terrændæmpning og skærmning vil derfor ofte være mindre end den beregnede.

I forbindelse med flystøj forekommer fuld skærmning sjældendt på grund af støjkildernes højde. Endvidere må det bemærkes, at hvis udgangspunktet for beregning af det indendørs lydtrykniveau er L_{DEN} udendørs bestemt ved en støjkortlægning, er der ved beregningen af udendørsstøjen ikke taget hensyn til en evt. skærmning.

Det kan konkluderes, at variationer i udendørsspektret på grund af flytype, afstand mellem fly og bolig og lydudbredelsesforhold kun har en begrænset indflydelse på det beregnede indendørs lydtrykniveau sammenlignet med de usikkerheder, der må forventes at være på estimatet af lydisolationen ud fra DSB-kataloget.

I seks gennemregnede lydisolationseksempler var forskellen i ΔL_A ved anvendelse af de to foreslåede spektre kun 0,2-0,7 dB. Valget mellem de to spektre ved blandet jet- og propeltrafik er derfor ukritisk.

Hvis trafikken med hensyn til fordeling på flytyper og fordeling på flyveveje ikke er ensartet i de tre døgnperioder, må døgnfordelingen for den del af trafikken, der bestemmer støjbelastningen i det aktuelle boligområde, anvendes.

Da metoden i DSB-kataloget tager udgangspunkt i lydtrykniveauet 2 m foran facaden, må den fundne værdi af $L_{Aeq,24h}$ udendørs korrigeres med plus 3 dB.

Det A-vægtede ækvivalentniveau omregnes til et 1/1 oktavspektrum ved hjælp af et af de generaliserede spektre vist i Tabel B 11.1. Da lydtrykniveauet pr. 1/1 oktavbånd er udtrykt relativt til det A-vægtede lydtrykniveau, sker omregningen ved at addere ovennævnte A-vægtede ævkivalentniveau til hver af værdierne i de viste spektre.

Afhængigt af om støjbelastningen domineres af jetfly (lufthavne) eller propelfly (flyvepladser), vælges det relevante spektrum i Tabel B 11.1. Valget af spektrum er dog ukritisk, idet forskellen i den beregnede lydisolation i almindelighed er mindre end 1 dB (typisk 0,5 dB).

Spektrum-type	Centerfrekvens i oktavbånd							
	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	Hz
Jetfly	5	4	3	-1	-7	-15	-28	dB
Propelfly	-11	7	3	-2	-6	-13	-24	dB

Tabel B 11.1
Anbefalede, generaliserede spektre.

Beregningen af den indendørs støjbelastning $L_{Aeq,24h}$ sker herefter efter metoden i DSB-kataloget.

B 11.3 Forskellige faktorers indflydelse på lydisolationen

Lydisolationen udtrykt ved forskellen i A-vægtet lydtrykniveau udendørs og indendørs ΔL_A vil afhænge af støjkildens såvel som lydudbredelsesvejens egenskaber. Ud fra de i [B 11.1] udførte beregninger til belysning af dette kan det konkluderes:

indendørs niveau i et rum fra hver enkelt transmissionsvej beregnes ud fra bygningsdelens reduktionstal korrigeret til rummets dimensioner udtrykt ved arealet af bygningsdelen og rummets volumen og korrigeret til rummets efterklangstid. DSB-kataloget indeholder reduktionstal pr. 1/1 oktav frekvensbånd for relevante bygningsdele. Delbidragene for de enkelte transmissionsveje adderes til sidst.

Hvis udendørsstøjens frekvensmæssige sammensætning ikke er kendt, estimeres spektret ud fra L_{Aeq} og et generaliseret spektrum.

Hvis L_{Aeq} er angivet som en fritfeltsværdi, dvs. det lydtryksniveau, der ville være, hvis facaden ikke var til stede, må der adderes 3 dB for at få lydtrykniveauet 2 m foran facaden.

Hvis det udendørs støjniveau er angivet som flystøjbelastningen L_{DEN}, må der korrigeres for støjbegivenhedernes fordeling på døgnet som angivet i Afsnit B 11.2. Da L_{DEN} er et fritfeltsniveau, må 3 dB-korrektionen nævnt ovenfor foretages.

B 11.2 Beregningsmetode for flystøj indendørs ud fra L_{DEN}

På baggrund af principperne skitseret i Afsnit B 11.1 skal metoden til beregning af flystøjbelastning indendørs beskrives. Det forudsættes i metoden, at den indendørs støjbelastning skal udtrykkes ved det ækvivalente, konstante, A-vægtede lydtryksniveau $L_{Aeq,24h}$ med en referencetid på 24 timer, og at den udendørs støjbelastning kendes som L_{DEN} beregnet i forbindelse med en støjkortlægning under antagelse af praktisk frit felt (terrænet er den eneste lydreflekterende flade).

Som første skridt omregnes L_{DEN} til $L_{Aeq,24h}$ udendørs. Ud fra trafikkens fordeling på døgnet:

Dag (kl. 07-19):p_d
Aften (kl. 19-22):p_a
Nat (kl. 22-07):p_n

hvor $p_d + p_a + p_n = 1$, kan $L_{Aeq,24h}$ beregnes:

$$L_{Aeq,24h} = L_{DEN} - 10 \log (p_d + 3{,}16\, p_a + 10\, p_n)$$

Kendes døgnfordelingen ikke, kan man sætte $L_{Aeq,24h} = L_{DEN}$, hvorved udendørs støjen dog overestimeres.

B 11 Beregningsmetode for flystøjbelastning indendørs.

Metoden er udviklet for Miljøstyrelsen til brug ved beregning af støjbelastningen indendørs $L_{Aeq,24h}$ på basis af L_{DEN} udendørs.

Metoden er rapporteret i [B 11.1].

Metodens anvendelse er betinget at, at der ikke forekommer de såkaldte særlige flyaktiviteter (faldskærmsflyvning, visuelle landingsøvelser, rundflyvning, flyvning med ultralette fly og kunstflyvning) på den aktuelle flyveplads.

I dette bilag er følgende afsnit fra rapporten gengivet:

Afsnit 2: Princip for metode til beregning af flystøj indendrøs. Afsnit B 11.1.

Afsnit 3.8: Konkluderende bemærkninger vedrørende lydisolationen. Afsnit B 11.3.

Afsnit 5: Beregningsmetode for flystøj indendørs ud fra L_{DEN}. Afsnit B 11.2.

Rapportens øvrige dokumentation er udeladt.

Brugen af metoden foursætter anvendelse af det såkaldte DSB-katalog [B 11.2].

En oversigt over tekniske muligheder for isolering mod flystøj er vist i det såkaldte Kastrup-katalog [B 11.3].

B 11.1 Princip for metode til beregning af flystøj indendørs

Udgangspunktet for en beregning af den indendørs støjbelastning er metoden beskrevet i detaljer i DSB-kataloget. Her skal hovedprincipperne kort resumeres:

Metoden angiver, hvorledes man beregner det indendørs A-vægtede ækvivalentniveau L_{Aeq} ud fra det udendørs ækvivalentniveau L_{eq} pr. 1/1 oktav i frekvensområdet 63-4000 Hz 2 m foran facaden. Beregninger udføres for hver transmissionsvej (bygningsdele som vinduer, dør, tag osv.). Delbidraget til det

B 10.6. TSEL-værdier for militære luftfartøjer.

Detaljerede beregninger af TSEL-værdier for operationer med militære luftfartøjer forudsætter, at aftale herom indgås med Forsvarskommandoen.

Hvis der eksisterer tilsvarende civile typer, kan der i forbindelse med operationer med militære luftfartøjer benyttes skønnede værdier baseret på tabellerne B 10.1 til B 10.5.

For jagerfly er i Tabel B 10.6 angivet TSEL-værdier for to typer.

Endelig er der anført overslagsmæssige TSEL-værdier, der kan benyttes for andre "jagerfly".

Mil. kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
F16	Fighting Falcon 1 -	179.0	166.8	179.3
F35	Draken, F35 1 -	191.2	176.2	191.3
	Andre jagerfly	189.9 (o)	174.9 (o)	190.0 (o)

Tabel B 10.6
TSEL-værdier for militære jagerfly.
(o) angiver en overslagsmæssig værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
SK64	Sikorsky S-64 2 JTFD12	161.1 (e)	163.5 (e)	165.5 (e)
SK70	Sikorsky S-70 2 T700	157.1 (e)	159.5 (e)	161.5 (e)
SK76	Sikorsky S-76 2 Allison 250	155.1	156.6	158.9
	Andre helikoptere	166.6 (o)	163.0 (o)	165.0 (o)

Tabel B 10.5 (side 2 af 2)
TSEL-værdier for civile helikoptere.
(e) angiver en estimeret værdi.
(o) angiver en overgangsmæssig værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	* Start (S) dB	TSEL-værdi Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB	*
S332	Aerosp. AS332 Super Puma 2 Makila		160.8	162.6	164.8
S355	Aerosp. AS-355 Twin Star 2 Allison 250	153.0 (e)	155.4 (e)	157.4 (e)	
-	Aerosp. SA-330J Puma 2 Turmo	155.7 (e)	158.1 (e)	160.1 (e)	
S341	Aerosp. SA-341G Gazelle 1 Astazou	149.8 (e)	152.2 (e)	154.2 (e)	
S366	Aerosp. SA-365N Dauphin 2 Arriel	154.6 (e)	157.0 (e)	159.0 (e)	
A109	Agusta A109 2 Allison 250	156.6	159.4	161.2	
BH47	Bell 47G 1 Lycoming	149.9 (e)	152.3 (e)	154.3 (e)	
-	Bell 206L 1 Allison 250	149.8	150.7	153.3	
BH12	Bell 212 1 PT6T	156.4	158.9	160.8	
BH22	Bell 222 2 LTS101	155.6 (e)	158.0 (e)	160.0 (e)	
HV34	Boing Vertol CH47C 2 T55	167.0 (e)	169.4 (e)	171.4 (e)	
MBH5	MBB BO-105 2 Allison 250	154.6 (e)	157.0 (e)	159.0 (e)	
HU30	Hughes 300 1 Lycoming	146.0	151.4	152.5	
HU50	Hughes 500 1 Allison 250	149.7	152.7	154.5	
WLL	Westland Lynx 2 Gem	161.1 (e)	163.5 (e)	165.5 (e)	
SK65	Sikorsky CH-53 3 T64	157.6 (e)	160.0 (e)	162.0 (e)	
SK61	Sikorsky S-61 2 T58	155.5	156.5	159.0	

Tabel B 10.5 (side 1 af 2)
TSEL-værdier for civile helikoptere.
(e) angiver en estimeret værdi.
(o) angiver en overgangsmæssig værdi.

B 10.5. TSEL-værdier for civile helikoptere.

I tabel B 10.5 er anført TSEL-værdier fra [B 10.6] for civile helikoptere.

Helikopterne er dels identificeret med deres ICAO-kode dels med type- og motorbetegnelse.

TSEL-værdierne er anført både for starter og landinger.

For starter er der regnet med maksimal startvægt og en generaliseret udflyvningsprocedure, hvor helikopteren under svag stigning (2%) opnår en vis hastighed (V_y) for derefter at stige med "best rate of climb" til en flyvehøjde på 1.000 fod, hvor der accellereres til flyvehastigheden. Betydningen af en større udflyvningshøjde og af en anden stigning er undersøgt for en enkelt helikoptertype. Ved den dobbelte udflyvningshøjde (2.000 fod) faldt TSEL-værdien med knap 2 dB, hvorimod TSEL-værdien kun ændredes marginalt ved mere end en halvvering af stigehastigheden.

For landinger er der ved beregning af TSEL-værdierne forudsat en anflyvningshøjde på 1.000 fod, hvorefter helikopteren under slutindflyvning følger en 3° anflyvningsvinkel, hvorunder hastigheden reduceres (til V_y). Fra en højde på 10-30 fod decelereres der over en kort afstand (100 m) og landes. Betydningen af en større anflyvningshøjde og af en stejlere glidevinkel er undersøgt for en enkelt helikoptertype. Ved den dobbelte anflyvningshøjde (2.000 fod) steg TSEL-værdien marginalt (0,3 dB) som følge af den længere nedstigningsstrækning, hvor støjen er kraftigere end under horisontalflyvning. Af samme årsag faldt TSEL-værdien med 0,9 dB ved ændring af glidevinklen til 6°.

Endelig er der anført TSEL-værdier for en kombineret start og landing.

For en række helikoptertyper er der tale om approximerede TSEL-værdier, der er estimeret ved hjælp af en i [B 10.2] beskreven metode for en kombineret start og landing, hvorefter der er foretaget en opdeling i TSEL-værdier for start og landing hver for sig.

Endelig er der anført overgangsmæssige TSEL-værdier (i den høje ende af variationsområdet) for andre "helikoptere", der kan benyttes, hvis en helikoptertype ikke er med i Tabel B 10.5.

Klassebetegnelse	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Profilklasse A (≤9%)	155.9	-	-
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Profilklasse B (10-12%)	155.3	-	-
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Profilklasse C (≥13%)	154.8	-	-
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Glidevinkel 3°	-	154.4	-
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Glidevinkel 4°	-	154.5	-
Støjklasse II (71-75 dB(A))/Glidevinkel 6°	-	154.6	-
Støjklasse I (66-70 dB(A))	150.4	149.6	153.0
Støjklasse II (71-75 dB(A))	155.6	154.6	158.1
Støjklasse III (76-80 dB(A))	160.1	159.6	162.9
Støjklasse IV (76-80 dB(A))	165.0	164.5	167.8
Vægtklasse 1 (0 - 1 500 kg)	155.5 (e)	154.6 (e)	158.1 (e)
Vægtklasse 2 (1 500 - 2 500 kg)	160.5 (e)	160.0 (e)	163.3 (e)
Vægtklasse 3 (2 500 - 5 700 kg)	164.2 (e)	163.7 (e)	167.0 (e)
Vægtklasse 1+2+3 (0 - 5 700 kg)	157.3 (e)	156.6 (e)	160.0 (e)
Vægtklasse 1+2 (0 - 2 500 kg)	156.4 (e)	155.7 (e)	159.1 (e)
Vægtklasse 2+3 (1 500 - 5 700 kg)	162.0 (e)	161.5 (e)	164.8 (e)
Ultralette flyvemaskiner	146.1 (e)	139.9 (e)	147.0 (e)

Tabel B 10.4

TSEL-værdier for stempelmotordrevne propelfly med MTOM under 5.700.
Der er benyttet den i Bilag B 5 anførte metodik til opdeling af flyene i støj- , profil- og vægtklasse.
(e) angiver en estimeret værdi.

B 10.4 TSEL-værdier for mindre, civile propel- og turbopropflyvemaskiner.

I Tabel B 10.4 er anført TSEL-værdier for mindre, civile propel- og turbopropflyvemaskiner MTOM (Maksimal Take-Off Mass) under 5.700 kg. Der er anvendt den i Bilag B 5 anførte metodik til opdeling af flyene i støj- (B 5.3.1), profil- (B 5.3.3) og vægtklasse (B 5.3.1).

Idet det er antaget, at alle fly på dansk register i de 3 vægtklasser opererer lige hyppigt, er der desuden beregnet TSEL-værdier for 3 kombinationer af vægtklasser.

For landinger er der ved beregning af TSEL-værdierne forudsat en anflyvningshøjde på 1.000 fod, hvorefter flyet under slutindflyvning følger en landingsvinkel på 3° (IFR-flyvning), 4° (VFR-flyvning, MTOM over 2.500 kg) eller 6° (VFR-flyvning, MTOM under 2.500 kg).

TSEL-værdier for individuelle propelfly (med kendt motor- og propeltype) kan bestemmes, hvis flyets støjtal f.eks. er oplyst i Bilag B 6 eller kendes fra en anden støjdatabase. Støjtallet bestemmes i forbindelse med støjcertificeringsmålinger (ICAO Annex 16, Kapitel 6) som det maksimale A-vægtede lydtryksniveau ved overflyvning i 300 meters højde af en mikrofon anbragt 1,2 meter over et reflekterende terræn. Ved overflyvningen benyttes den maksimale motorindstilling i det normale operationsområde. Bemærk, at støjtallet ikke må være præstationskorrigeret, hvorfor støjcertificeringsværdien ikke kan benyttes direkte. En flytypes TSEL-værdi svarer til den, der er angivet for støjklasse II i tabel B 10.4 plus en korrektion på (s -73) dB, hvor s er flytypens støjtal.

For ultralette luftfartøjer, der højst må give 60 dB(A) ved overflyvning i 150 meters højde kan der regnes med et støjtal på s = 54 dB, svarende til at overflyvningen fandt sted i 300 meters højde. Da hastighederne ved stigning og anflyvning kan være væsentligt lavere (30 knob) end for almindelige propelflyvemaskiner (80 knob) må der korrigeres separat herfor. Der er endelig i forbindelse med start korrigeret med +5 dB på TSEL-værdien for at medregne effekten af en større støjudsendelse under start og stigning. De i tabel B 10.4 anførte TSEL-værdier for ultralette luftfartøjer kan benyttes, indtil der konstateres et behov for beregning af eksakte værdier. Størrelsesordenen på de anførte værdier er i [B 10.2] desuden kontrolleret ved hjælp af en metode, der anviser en sammenhæng mellem arealet af en DENL-kontur og TDENL-værdien.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og motortype	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
L382	Lockheed Herkules 130 4 T 56-A-15	165.9	160.9	167.1
MU20	Mitsubishi MU-2B 2 TPE331	149.9	149.6	152.8
SF34	Saab-Fairchild SF 340 2 CT7-5	156.4	152.1	157.8
SH33	Shorts SD3-30 2 PT6A-45	156.5	153.1	158.1
SH7	Shorts Skyvan 4 TPE-331	162.8	157.2	163.9
	Andre "turboprop-flyvemaskiner"	158.0 (o)	158.0 (o)	161.0 (o)

Tabel B 10.3 (side 2 af 2)
TSEL-værdier for større, civile propelflyvemaskiner.
(e) angiver en estimeret værdi.
(o) angiver en overgangsmæssig værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	Start (S) dB	TSEL-værdi Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
AT42	ATR-42 2 PW-120	149.2	155.2	156.2
AT72	ATR-72 2 PW-124	151.2	155.2	156.7
BE1B	Beech King Air B100 2 TPE331	157.8	157.2	160.5
BE10	Beech King Air A100 2 PT6A	157.8	157.2	160.5
BE20	Super King Air B200 2 PT6A	157.8	157.2	160.5
BE90	Beech King Air 90 2 PT6A	157.8	157.2	160.5
CV58	Convair 580 2 AL501-D13	159.0	159.0	162.0 (e)
C441	Cessna 441 2 TPE331	149.9	149.6	152.8
DC3	DC-3 2 R 1820	166.2 (e)	166.2 (e)	169.2 (e)
DC6	DC-6 4 R 2800	169.2 (e)	169.2 (e)	172.2 (e)
DC7	DC-7 4 R 2800	169.2 (e)	169.2 (e)	172.2 (e)
DH6	De Haviland DHC-6 4 PT6A-27	157.8	157.2	160.5
DH7	De Haviland DHC-7 4 PT6A-50	149.2	153.5	154.9
DH8	De Haviland DHC-8 4 PW120	149.2	155.2	156.2
E110	Embraer EMB-110 2 PT6A	157.8	157.2	160.5
FK27	Fokker F-27 2 MK 532-7	160.9	158.7	162.9
FK50	Fokker 50 2 PW125B	156.2	157.5	159.9
L188	Lockheed Electra 188 4 T 56-A-7	161.1 (e)	161.1 (e)	164.1 (e)

Tabel B 10.3 (side 1 af 2)
TSEL-værdier for større, civile propelflyvemaskiner.
(e) angiver en estimeret værdi.

B 10.3 TSEL-værdier for større, civile propel- og turbopropflyvemaskiner.

I Tabel 8.1 er anført TSEL-værdier fra [B 10.3] og [B 10.4] for større, civile propelflyvemaskiner, der anvendes til passager- og fragtflyvning m.m. De pågældende propelflyvemaskiner har en MTOM (Maksimal Take-Off Mass) over 5.700 kg.

Flyene er dels identificeret med deres ICAO-kode dels med type- og motorbetegnelse.

TSEL-værdierne er anført både for starter og landinger, idet der for starter jf. [B 10.5] er regnet med ca. 85% fuldvægt.

For landinger er der ved beregning af TSEL-værdierne forudsat en anflyvningshøjde på 1.500 fod, hvorefter flyet under slutindflyvning følger en 3° anflyvningsvinkel. Anflyvningshøjdens betydning for TSEL-værdien er blevet undersøgt for større højder end 1.500 fod. TSEL-værdien vil kun ændre sig marginalt, hvis anflyvningshøjden er større end 1.500 fod.

Endelig er der anført TSEL-værdier for en kombineret start og landing.

For en række flytyper er der tale om approximerede TSEL-værdier, der er estimeret ved hjælp af en i [B 10.2] beskreven metode for en kombineret start og landing, hvorefter der er foretaget en opdeling i TSEL-værdier for start og landing hver for sig.

Endelig er der anført overgangsmæssige TSEL-værdier (i den høje ende af variationsområdet) for andre "turbopropflyvemaskiner", der kan benyttes, hvis en flytype ikke er med i Tabel B 10.3.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB	
AJ25	IAI 1125 Astra 2 TFE-731-3	165.5	148.8	165.6	
C500	Cessna Citation I 2 JT15D-1	156.8	147.1	157.2	
C550	Cessna Citation II 2 JT15D-4	157.8	148.1	158.2	
C650	Cessna Citation III 2 TFE-731-3	165.5	148.8	165.6	
DA20	Dassault Falcon 20 2 CJ700-2B	164.9	160.8	166.3	
G3	Gulfstream III 2 Spey	177.6	173.2	178.9	
LR25	Learjet 25 2 CJ 610	179.2	170.8	179.8	
LR35	Learjet 35 2 TFE-731-2	165.9	159.7	166.8	
HS25	HS125-700 2 TFE-731-3	165.5	148.8	165.6	
N265	Rockwell Sabreliner 75 2 CF700	167.2 (e)	157.2 (e)	167.6 (e)	
	Andre "forretningsjetflyvemaskiner"		166.6 (o)	156.6 (o)	167.0 (o)

Tabel B 10.2
TSEL-værdier for mindre, civile jetflyvemaskiner.
(R) angiver reversering under landingsløbet.
(e) angiver en estimeret værdi.
(o) angiver en overslagsmæssig værdi.

B 10.2 TSEL-værdier for mindre, civile jetflyvemaskiner.

I Tabel B 10.2 er anført TSEL-værdier fra [B 10.4] for mindre civile jetflyvemaskiner, der anvendes til forretnings og taxaflyvning m.m. De pågældende jetflyvemaskiner har enten en MTOM (Maksimal Take-Off Mass) under 34.000 kg eller er indrettet med højst 19 passagersæder.

Flyene er dels identificeret med deres ICAO-kode dels med type- og motorbetegnelse.

TSEL-værdierne er anført både for starter og landinger, idet der for starter jf. [B 10.5] er regnet med ca. 85% fuldvægt.

For landinger er der ved beregning af TSEL-værdierne forudsat en anflyvningshøjde på 1.500 fod, hvorefter flyet under slutindflyvning følger en 3° anflyvningsvinkel. Anflyvningshøjdens betydning for TSEL-værdien er blevet undersøgt for større højder end 1.500 fod. TSEL-værdien vil kun ændre sig marginalt, hvis anflyvningshøjden er større end 1.500 fod. For de flytyper, hvor det er aktuelt, er der regnet med reversering under landingsforløbet.

Endelig er der anført TSEL-værdier for en kombineret start og landing.

For en enkelt flytype er der tale om approximerede TSEL-værdier, der er estimeret ved hjælp af en i [B 10.2] beskreven metode for en kombineret start og landing, hvorefter der er foretaget en opdeling i TSEL-værdier for start og landing hver for sig.

Endelig er der anført overgangsmæssige TSEL-værdier (i den høje ende af variationsområdet) for andre "forretningsjetflyvemaskiner", der kan benyttes, hvis en flytype ikke er med i Tabel B 10.2.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB	
FK28	Fokker F-28 2 SPEY 555	173.7	159.9 (R)	173.9	
L101	Lockheed L-1011 3 RD211-22B	169.8 (e)	164.8 (e)	171.0 (e)	
L101	Lockheed L-1011-500 3 RD211-524	170.4 (e)	165.4 (e)	171.6 (e)	
MD11	MD-11 3 CF-6-80	170.6	163.0 (R)	171.3	
MD80	MD-81 2 JT8D-209	166.6	160.8 (R)	167.6	
MD80	MD-82 2 JT8D-217A	168.2	161.6 (R)	169.1	
MD80	MD-83 2 JT8D-219	169.0	162.8 (R)	169.9	
MD80	MD-87 2 JT8D-217A	167.8	161.6 (R)	168.7	
S210	Caravelle SE-210 2 JT8D-7	175.2	169.3 (R)	176.2	
TU34	Tupolev 134 2 SO D-30	180.7	174.5 (R)	181.6	
TU54	Tupolev 154 3 KU NK-8-2U	180.9	174.9 (R)	181.9	
	Andre kapitel 2		178.8 (o)	173.8 (o)	180.0 (o)
	Andre kapitel 3		168.8 (o)	163.8 (o)	170.0 (o)

Tabel B 10.1 (side 4 af 4)
TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner.
(R) angiver reversering under landingsløbet.
(e) angiver en estimeret værdi.
(o) angiver en overslagsmæssig værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
DC8	DC-8-60 4 JT3D-7	180.8	174.0 (R)	181.6
DC8	DC-8-60 4 JT3D-7QN	179.9	172.3 (R)	180.6
DC8	DC-8-60 4 CFM-56	168.6 (e)	163.6 (e)	169.8 (e)
DC8	DC-8-50 4 JT3D-3	179.1 (e)	174.1 (e)	180.3 (e)
DC9	DC-9-10 2 JT8D-7	173.9 (e)	168.9 (e)	175.1 (e)
DC9	DC-9-10 2 JT8D-7QN	172.8 (e)	167.8 (e)	174.0 (e)
DC9	DC-9-30 2 JT8D-9	174.2	168.3 (R)	175.2
DC9	DC-9-41 2 JT8D-11	174.2	168.3 (R)	175.2
DC9	DC-9-50 2 JT8D-17	178.7	172.5 (R)	179.6
DC10	DC-10-10 3 CF6-6D	169.3 (e)	164.3 (e)	170.5 (e)
DC10	DC-10-30 3 CF6-6D	170.3 (e)	165.3 (e)	171.5 (e)
DC10	DC-10-30 3 CF6-50C	170.6	163.0 (R)	171.3
DC10	DC-10-40 3 JT9D-20	170.1 (e)	165.1 (e)	171.3 (e)
EA30	Airbus A-300 2 CF6-50C	165.3	162.6 (R)	167.2
EA30	Airbus A-300 2 JT9D	168.8	164.7 (R)	170.2
EA31	Airbus A-310 2 CF6-80A	164.6	162.1 (R)	166.5
EA32	Airbus A-320 2 CFM-56-5	163.6	161.0 (R)	165.5

Tabel B 10.1 (side 3 af 4)
TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner.
(R) angiver reversering under landingsløbet.
(e) angiver en estimeret værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
B73S	Boeing 737-300 2 CFM-56-3B1	160.7	158.6 (R)	162.8
B73S	Boeing 737-300 2 CFM-56-3B2	161.6	159.0 (R)	163.5
B73S	Boeing 737-500 2 CFM-56-3B1	160.7	158.6 (R)	162.8
B73F	Boeing 737-400 2 CFM-56-3B2	161.6	159.0 (R)	163.5
B747	Boeing 747-100 4 JT9DBD	176.8 (e)	171.8 (e)	178.0 (e)
B747	Boeing 747-100QN 4 JT9DFL	171.0 (e)	166.0 (e)	172.2 (e)
B747	Boeing 747-200 4 JT9DFL	170.5 (e)	166.6 (e)	172.0 (e)
B747	Boeing 747-200B 4 JT9D-7Q	173.8	169.7 (R)	175.2
B74S	Boeing 747SP 4 JT9DFL	170.0 (e)	165.0 (e)	171.2 (e)
B757	Boeing 757 2 RB211-535C	161.6	159.1 (R)	163.5
B757	Boeing 757 2 PW2037	161.1	159.4 (R)	163.3
B767	Boeing 767 4 CF6-80A	164.6	161.7 (R)	166.4
BA11	Br.Aero. BAC 111 2 Spey 512	173.2 (e)	168.2 (e)	174.4 (e)
BA46	Br.Aero. BAE-146 4 ALF-502R-5	160.6	154.0 (R)	161.5
CL60	Canadair CL-600 2 ALF-502	163.4 (e)	158.4 (e)	164.6 (e)
CONC	Concorde 4 OL 593	194.5 (e)	189.5 (e)	195.7 (e)
DC8	DC-8-20 4 JT4A	180.1 (e)	175.1 (e)	181.3 (e)

Tabel B 10.1 (side 2 af 4)
TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner.
(R) angiver reversering under landingsløbet.
(e) angiver en estimeret værdi.

ICAO kode	Luftfartøjsbetegnelse Motorantal og -type	TSEL-værdi Start (S) dB	Landing (L) dB	Kombi. (S)+(L) dB
B707	Boeing 707-120 4 JT3C	179.0 (e)	174.0 (e)	180.2 (e)
B707	Boeing 707-120B 4 JT3D-3	178.5 (e)	173.5 (e)	179.7 (e)
B707	Boeing 707-320B 4 JT3D-7	180.9	176.8 (R)	182.3
B707	Boeing 707-320B 4 JT3D-7QN	178.2 (e)	173.2 (e)	179.4 (e)
B707	Boeing 707-320B 4 CFM-56	168.2 (e)	163.2 (e)	169.4 (e)
B720	Boeing 720 4 JT3C	177.3 (e)	172.3 (e)	178.5 (e)
B720	Boeing 720-051B 4 JT3D-3B	177.7	173.8 (R)	179.2
B72S	Boeing 720B 4 JT3D	177.8 (e)	172.8 (e)	179.0 (e)
B727	Boeing 727-100 3 JT8D-7	177.9 (e)	172.9 (e)	179.1 (e)
B727	Boeing 727-100 3 JT8D-7QN	176.8 (e)	171.8 (e)	178.0 (e)
B727	Boeing 727-200 3 JT8D-7	178.8 (e)	173.8 (e)	180.0 (e)
B727	Boeing 727-200 3 JT8D-9Q	178.9 (e)	173.9 (e)	180.1 (e)
B727	Boeing 727-200 3 JT8D-15	181.0 (e)	176.0 (e)	182.2 (e)
B727	Boeing 727-200 3 JT8D-15QN	180.5 (e)	175.5 (e)	181.7 (e)
B727	Boeing 727-200 3 JT8D-17	180.9	179.9 (R)	181.9
B737	Boeing 737-200 2 JT8D-9	175.6 (e)	170.6 (e)	176.8 (e)
B737	Boeing 737-200 2 JT8D-9QN	174.7 (e)	169.7 (e)	175.9 (e)
B737	Boeing 737-200 2 JT8D-17	177.9	171.6 (R)	178.8

Tabel B 10.1 (side 1 af 4)
TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner.
(R) angiver reversering under landingsløbet.
(e) angiver en estimeret værdi.

For en række flytyper er der tale om approximerede TSEL-værdier, der er estimeret ved hjælp af en i [B 10.2] beskreven metode for en kombineret start og landing, hvorefter der er foretaget en opdeling i TSEL-værdier for start og landing hver for sig.

Endelig er der anført overslagsmæssige TSEL-værdier (i den høje ende af variationsområdet) for "kapitel 2" og "kapitel 3" støjcertificerede jetflyvemaskiner, der kan benyttes, hvis en flytype ikke er med i Tabel B 10.1.

B 10 TDENL-metode: Database med TSEL-værdier.

I 1988 udgav Statens Luftfartsvæsen i samarbejde med Lydteknisk Institut publikationen "Støjkontrol ved lufthavne/flyvepladser" [B 10.1]. Denne publikation er under revision, og en ny udgave "Støjkontrol ved flyvepladser" [B 10.2] forventes udgivet i løbet af 1994.

Publikationen indeholder databaser med TSEL-værdier for et stort antal civile luftfartøjstyper. Med tilladelse fra Statens Luftfartsvæsen er databaserne gengivet i dette bilag.

Principperne i støjkontrolmetoden er resumeret i vejledningens kapitel 10.

B 10.1 TSEL-værdier for større, civile jetflyvemaskiner.

I Tabel B 10.1 er anført TSEL-værdier fra [B 10.3] og [B 10.4] for større civile jetflyvemaskiner, der anvendes til passager- og fragtflyvning. De pågældende jetflyvemaskiner har enten en MTOM (Maksimal Take-Off Mass) over 34.000 kg eller er indrettet med mere end 19 passagersæder.

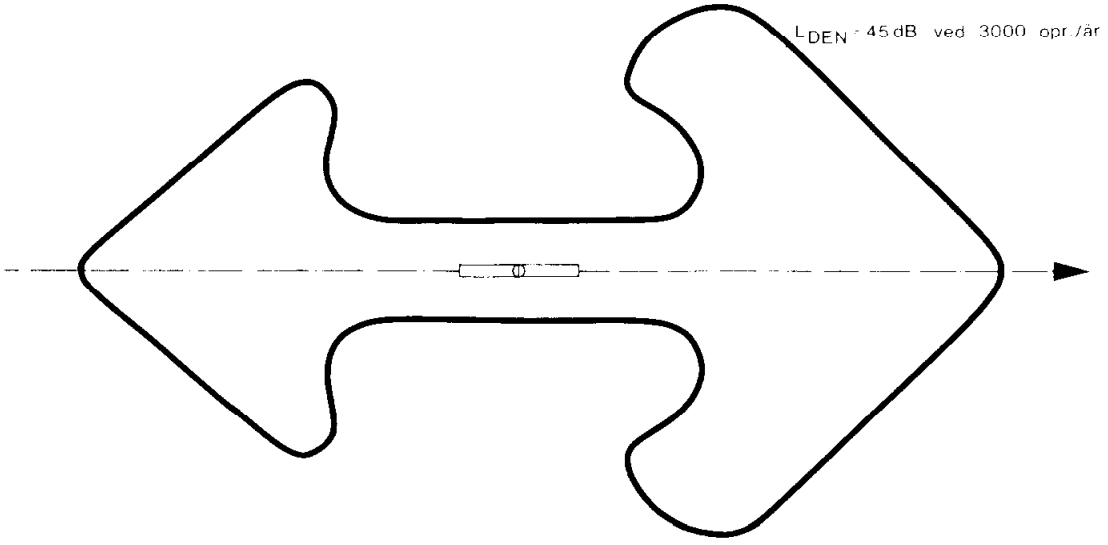
Flyene er dels identificeret med deres ICAO-kode dels med type- og motorbetegnelse.

TSEL-værdierne er anført både for starter og landinger, idet der for starter jf. [B 10.5] er regnet med ca. 85% fuldvægt.

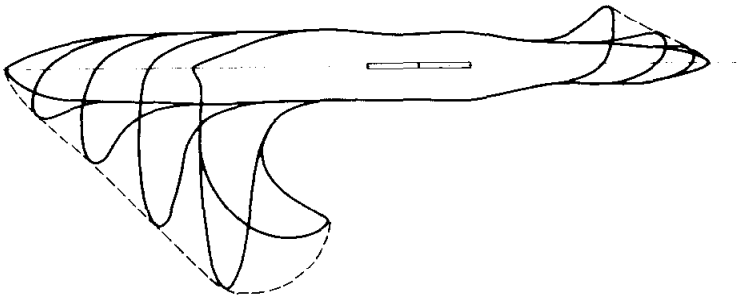
For landinger er der ved beregning af TSEL-værdierne forudsat en anflyvningshøjde på 1.500 fod, hvorefter flyet under slutindflyvning følger en 3° anflyvningsvinkel. Anflyvningshøjdens betydning for TSEL-værdien er blevet undersøgt for større højder end 1.500 fod. TSEL-værdien vil kun ændre sig marginalt, hvis anflyvningshøjden er større end 1.500 fod. For de flytyper, hvor det er aktuelt, er der regnet med reversering under landingsforløbet.

Endelig er der anført TSEL-værdier for en kombineret start og landing.

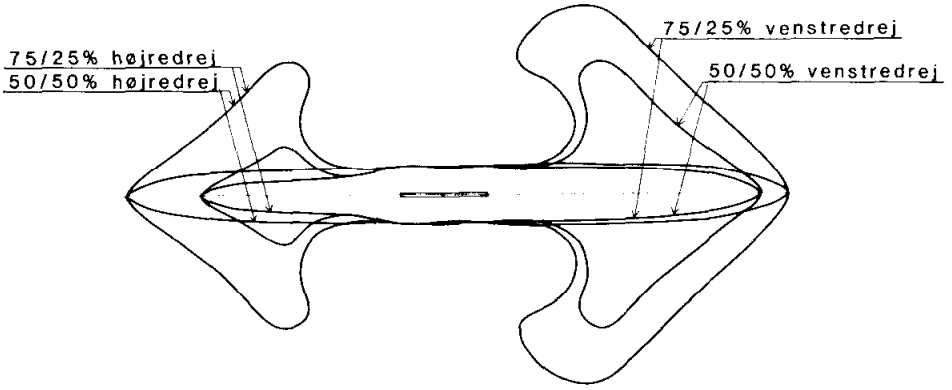
Figur B 9.4
L_{DEN} = 45 dB ved 1000 opr/år. 1:50000.



Figur B 9.5
L_{DEN} = 45 dB ved 3000 opr/år. 1:50000.



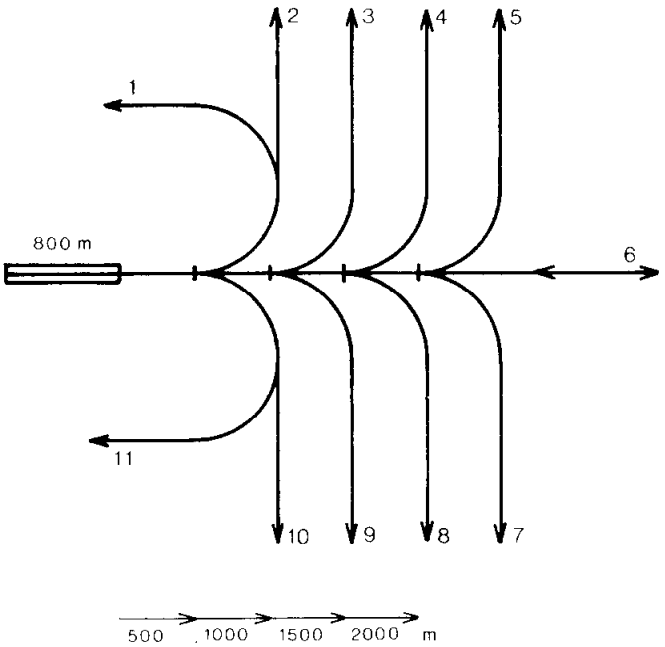
Figur B 9.2
Beregninger for banebenyttelse 25/75%, venstredrej og 3000 opr/år. 1:50000.



Figur B 9.3
Indhylningskurver for både venstre- og højredrej med banebenyttelserne 25/75% og 50%50% ved 3000 opr/år. 1:50000.

B 9.3 Beregningsresultat

På grundlag af forudsætningerne anført i Asnit B.9.1 og beregningsmetodikken i Afsnit B.9.2 er der foretaget en beregning af det område omkring en flyveplads, hvor støjbelastningen udtrykt ved L_{DEN} vil kunne være højere end 45 dB. Beregningerne er udført ved hjælp af DANSIM-programmet. Støjbelastningen er beregnet for årlige operationstal på 1000 og 3000, og indhylningskurverne er vist på Figur B.9.4 og B.9.5 i måleforholdet 1:50000.



Figur B 9.1
Flyvevejssystem.

En tilstrækkeligt detaljeret bestemmelse af indhylningskurven for de mulige støjbelastningskurver L_{DEN} = 45 dB kræver, at støjbelastningen svarende til følgende trafikfordelinger beregnes:

1) 80% på flyvevej 1 og 20% på flyvevej 6
2) 80% på flyvevej 2 og 20% på flyvevej 6
3) 80% på flyvevej 3 og 20% på flyvevej 6
4) 80% på flyvevej 4 og 20% på flyvevej 6
5) 80% på flyvevej 5 og 20% på flyvevej 6
6) 20% på flyvevej 5 og 80% på flyvevej 6

Disse seks beregninger bestemmer indhylningskurven for en flyveplads med fly, som kun foretager venstredrej. Indhylningskurven for en plads med fly, som kun foretager højredrej findes ved spejling i banens centerlinie.

Beregningerne er udført for banebenyttelser på 25/75% og 50/50%.

Resultatet af de seks beregninger for banebenyttelsen 25/75%, venstredrej og 3000 operationer er eksempelvis vist i Figur B 9.2. I Figur B 9.3 er indhylningskurverne for både venstre- og højredrej med banebenyttelserne 25/75% og 50/50% og den heraf resulterende indhylningskurve vist.

svare til det danske landsgennemsnit for denne vægtgruppe.

- Flyvepladsen har kun én bane, og dennes længde må ikke overstige 800 m.

- Banebenyttelse i den mest trafikerede baneretning må ikke overstige 75%, mens banebenyttelsen i den mindst benyttede retning må udgøre op til 50%.

- Under udflyvning påbegyndes drej tidligst 500 m efter passage af banen, og der regnes med en drejeradius på 600 m.

- For hver baneretning må højst 80% af udflyvningerne være koncentreret omkring samme flyvevej (ligeud, venstre- eller højresving). Herudover er der ingen begrænsninger i trafikkens geografiske fordeling.

- Anflyvning regnes at foregå i banens forlængelse fra mindst 2,5 km før passage af banetærsklen.

- Flyene regnes efter start at stige til højder på mindst 1000 ft og at ankomme til pladsen i højder ikke under 1000 ft.

Forudsætninger om flyenes støjemission og præstationsdata samt om lydudbredelsesforhold regnes at følge retningslinierne angivet i Bilag 5.

B 9.2 Beregningsmetodik

Da formålet med beregningerne er at bestemme det område, inden for hvilket støjbelastningen L_{DEN} vil kunne blive større end 45 dB, må der tilrettelægges en metodik til bestemmelse af det område, inden for hvilket alle støjbelastningekurver (L_{DEN} = 45 dB) med forudsætninger inden for de i Afsnit B.9.1 afstukne rammer vil falde.

Til dette formål anvendes et flyvevejssystem for hver baneretning som det i Figur B.9.1 viste.

B 9 Skabelonmetode for flyvepladser med højst 3000 opr. /år.

Indledning

Metoden kan anvendes for almenflyvepladser med op til 3000 operationer/år, hvoraf ingen må tilhøre de såkaldte særlige flyaktiviteter (faldskærmsflyvning, visuelle landingsøvelser, rundflyvning, flyvning med ultralette fly og kunstflyvning). Metoden vil i en række tilfælde overflødiggøre egentlige støjbelastningsberegninger.

To skabeloner for henholdsvis 1000 og 3000 opr./år angiver, inden for hvilke arealer støjbelastningen vil kunne overstige L_{DEN} = 45 dB.

Hvis den relevante skabelon ikke berører områder, der ønskes anvendt til støjfølsomme formål, vil der med stor sandsynlighed ikke opstå støjproblemer, idet skabeloneme repræsenterer de trafiksituationer, der er dækket af forudsætningerne i Afsnit B.9.1, dvs. omtrent "værste tilfælde". Indikerer skabelonen, at der kan opstå problemer, må der foretages en konkret undersøgelse baseret på de faktiske flyveveje.

B 9.1 Beregningsforudsætninger

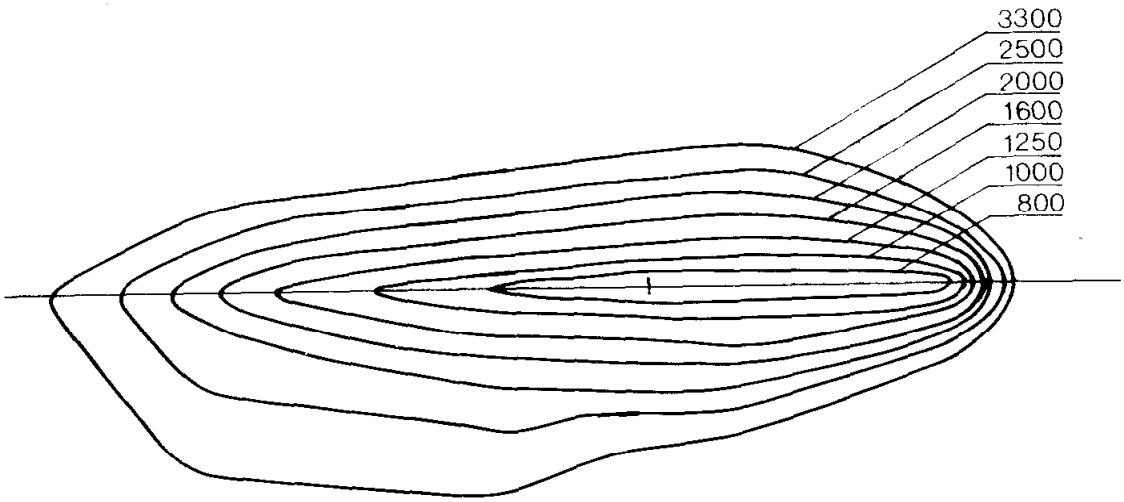
Der er udført to beregninger baseret på henholdsvis 1000 og 3000 operationer pr. år. De øvrige forudsætninger er resumeret i det følgende og er fælles for de to beregninger:

- Særligt generende trafikkategorier (defineret i vejledningens Afsnit 2.3) benytter ikke flyvepladsen.

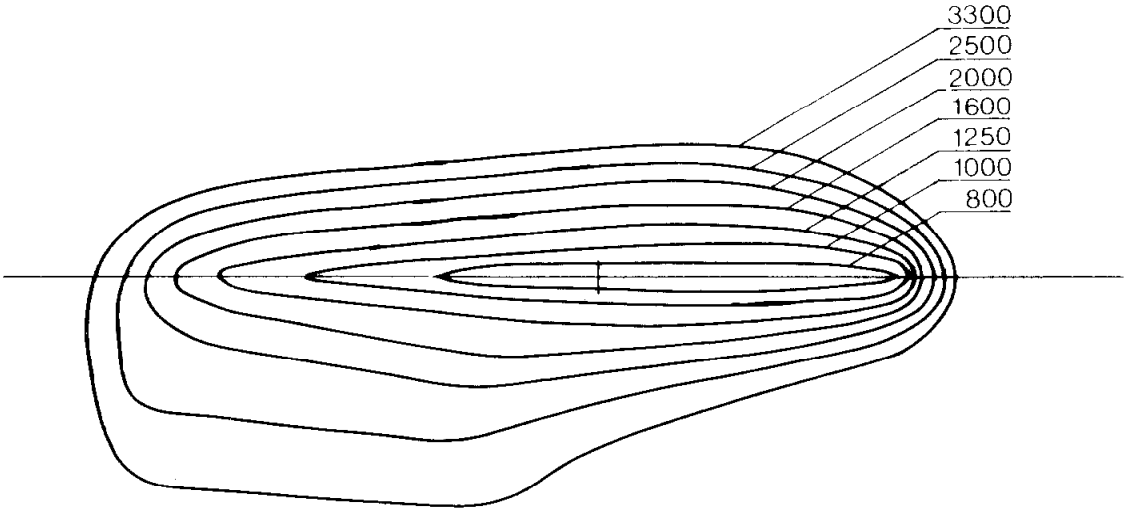
- Trafikken i de tre mest trafikerede måneder udgør højst 54% af årstrafikken.

- Pladsen har ingen nattrafik (kl. 22-07), og trafikken i aftenperioden (kl. 19-22) må i de tre mest trafikerede måneder højst udgøre 10% af døgntrafikken.

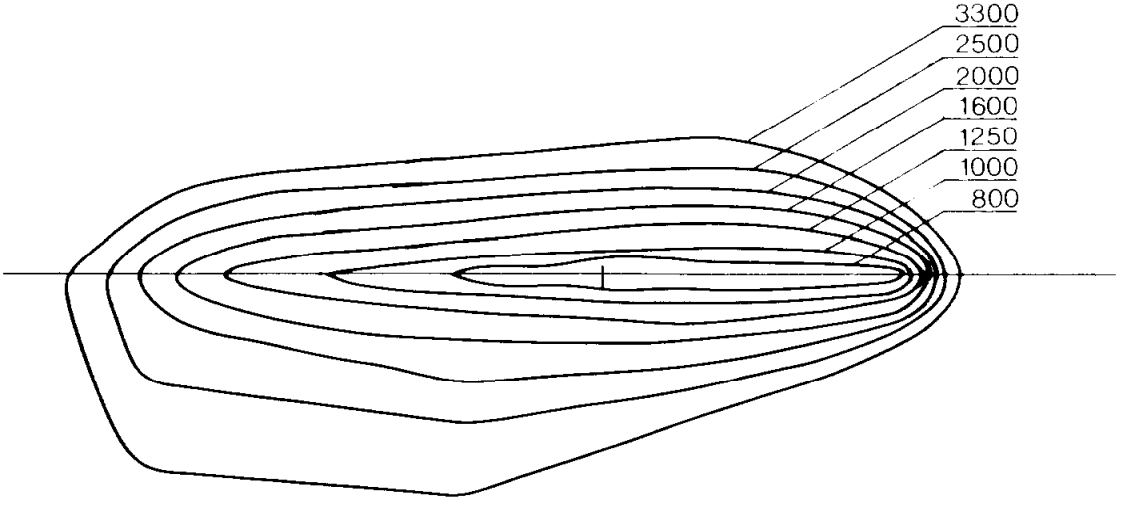
- Pladsen beflyves med lette propelfly, dvs. fly med maksimalt tilladt startvægt under 1500 kg. Fordelingen på stigeprofilklasser og støjklasser regnes at



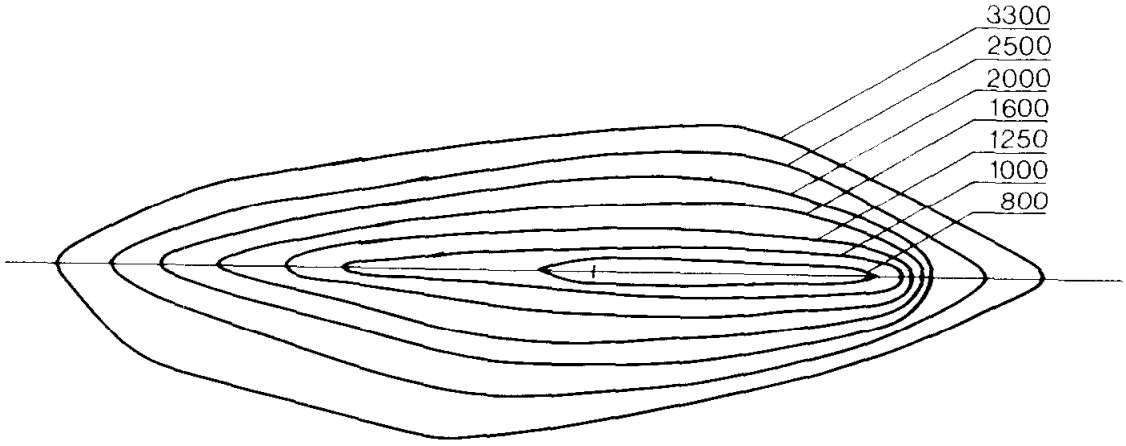
Figur B 8.11



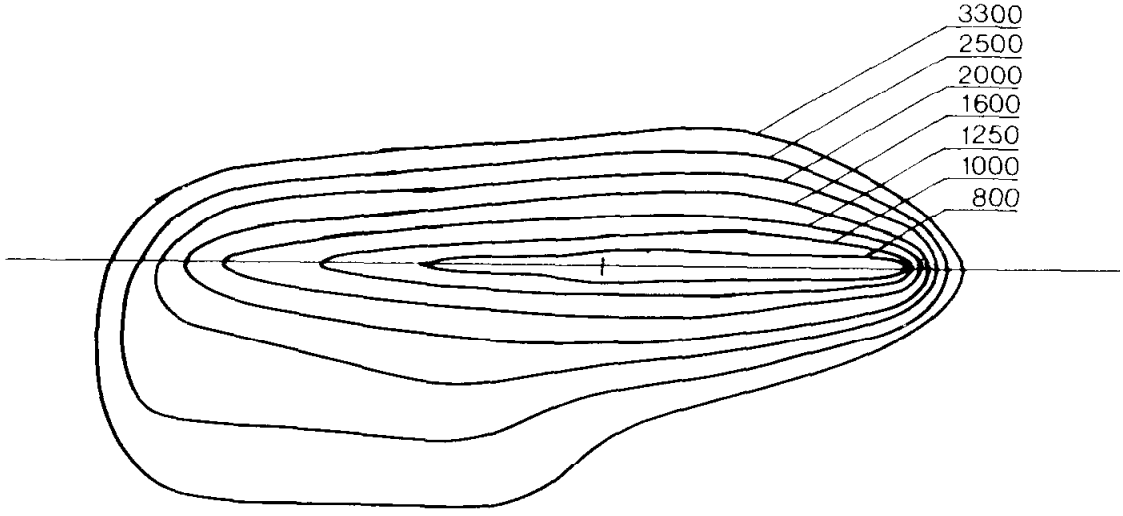
Figur B 8.9



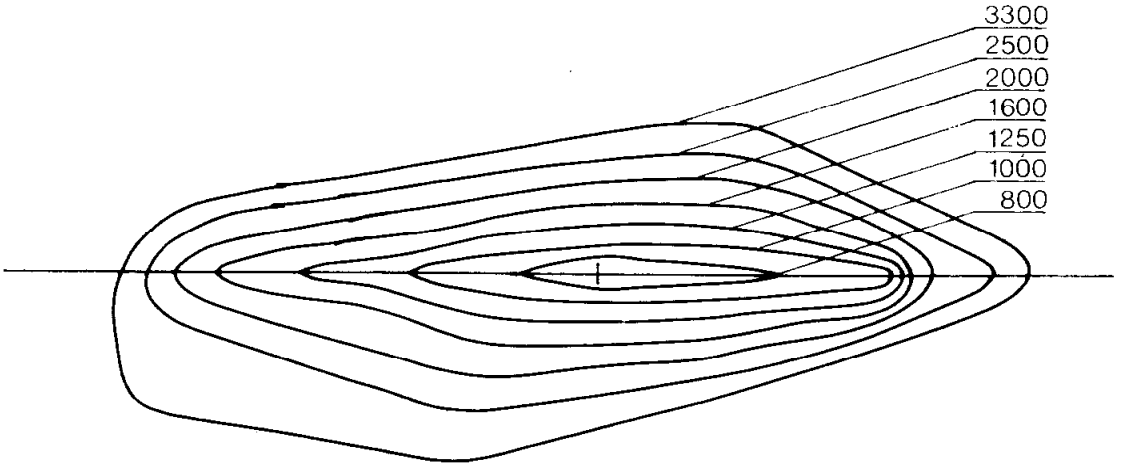
Figur B 8.10



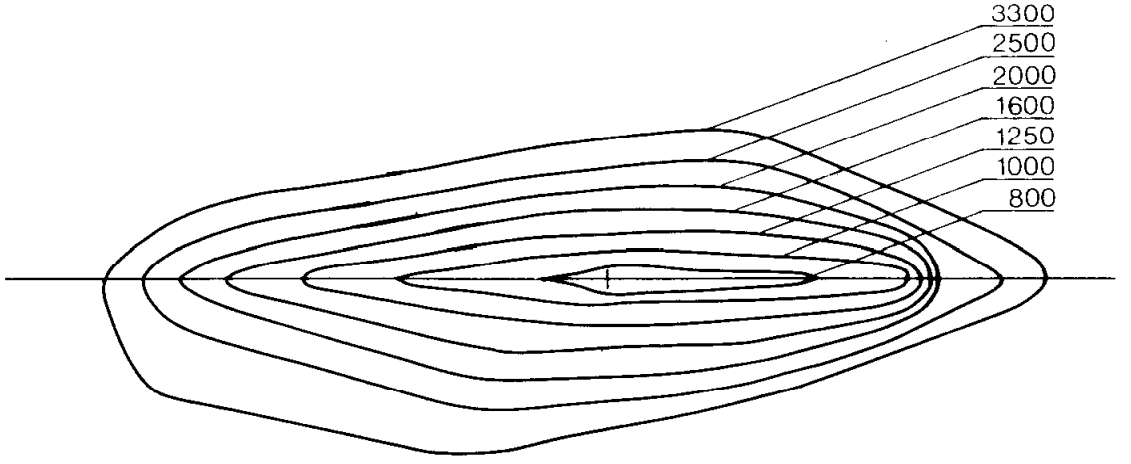
Figur B 8.7



Figur B 8.8



Figur B 8.5

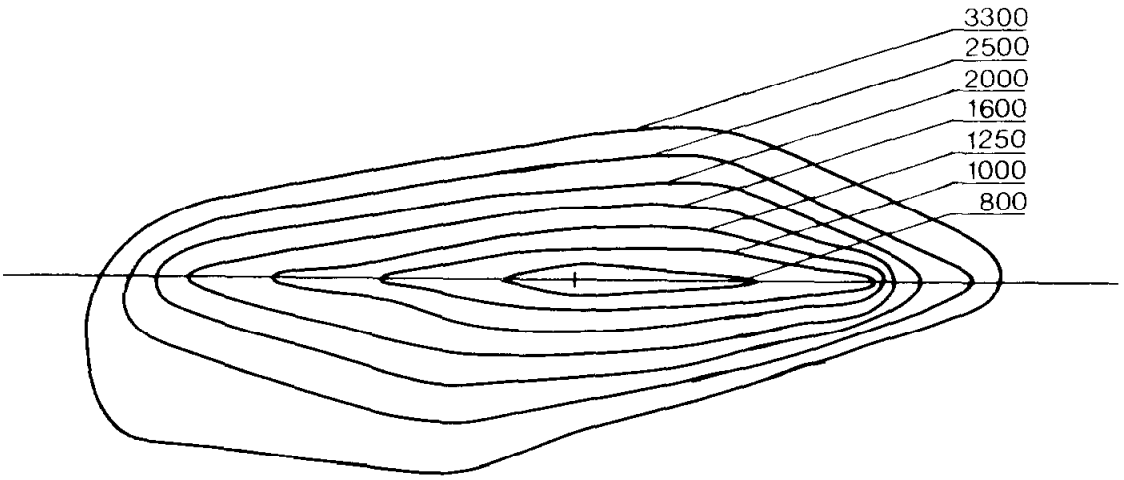


Figur B 8.6

(ifølge DULFU), at der kun kan forventes trafik 10 af kvartalets 90 dage.

Dette forhold har formelt ingen indflydelse på den efter DENL-metoden beregnede støjbelastning, men det betyder, at støjbelastningen på "flyvedage" er ca. 10 dB højere end den beregnede gennemsnitlige støjbelastning.

Det ses i Figur B 8.4 - B 8.11, jf. tabel B 8.2, at støjbelastnings-kurverne kun i begrænset omfang er påvirket af den procentiske andel af landingsrunder.



Figur B 8.4

vælges den relevante kontur, der da viser indhyllingskurven for L_{DEN} = 45 dB uanset hvilken trafikfordeling enroute trafikken har. Mærket på centerlinien svarer til banemidten.

Hvis en anden kriterieværdi end 45 dB ønskes anvendt, kan dette gøres ved at multiplicere det fundne dagækvivalente operationstal med en faktor, som vist i følgende formel:

$$n'_{ækv} = n_{ækv} \cdot 10^{\left(\frac{45}{L_{DEN}}\right)} \qquad \text{(B 8.2)}$$

hvor L_{DEN} er den ønskede kriterieværdi, og
$n'_{ækv}$ er den hertil svarende indgangsparameter i metoden.

Kurven L_{DEN} = 45 dB for $n_{ækv}$ = 3300 opr. vil således omtrent svare til L_{DEN} = 40 dB for $n_{ækv}$ = 1000 opr.

B 8.3 Standardberegningernes anvendelighed

En betingelse for at anvendeligheden af standardberegningerne er, at forudsætningerne i Afsnit B8.1 er opfyldt.

Nogle af forudsætningerne indgår som parametre ved udvælgelse af den relevante standardkontur og de fleste af de øvrige forudsætninger er fastlagt med en vis miljømæssig sikkerhedsmargin.

Der kan dog være grund til at henlede opmærksomheden på to ting:

- Som støjmæssig forudsætning er der regnet med at alle ultralette fly netop opfylder støjcertificeringskravene.

- DENL-metoden kræver beregning af støjbelastningen på grundlag af den gennemsnitlige trafik i årets 3 travleste måneder. Denne daglige støjbelastning vil normalt variere lidt på grund af variationer i trafikintensiteten fra dag til dag.

  For flyvepladser der anvendes af ultralette fly er variationerne i trafikintensitet fra dag til dag imidlertid så store

P_{hn} er procentdelen af operationer på hverdage om natten

P_{wd} er procentdelen af operationer i weekenden om dagen

P_{wa} er procentdelen af operationer i weekenden om aftenen

P_{wn} er procentdelen af operationer i weekenden om natten

For hver af de 8 sæt forudsætninger (Tabel B 8.2) er der beregnet 7 støjbelastningskurver svarende til følgende dagækvivalente operationstal:

$n_{ækv}$ =
800 opr. pr. kvartal
1000 opr. pr. kvartal
1250 opr. pr. kvartal
1600 opr. pr. kvartal
2000 opr. pr. kvartal
2500 opr. pr. kvartal
3300 opr. pr. kvartal

De valgte operationstal svarer til en forskel på 1 dB mellem to på hinanden følgende kurver.

Standardberegningernes resultater er vist som standardkontursæt på figur B 8.4 - B 8.11.

Anvendelse af kontursættene til undersøgelse af om givne miljøkrav for en flyveplads med ultralet flytrafik kan overholdes, foregår på følgende måde:

1: Banebenyttelsen bestemmes eller estimeres.

2: Det aktuelle kontursæt vil befinde sig blandt standardkontursæt nr. B 8.4 - B 8.7, hvis banebenyttelsen ligger nærmest ved 40/60% eller blandt nr. 5-8, hvis banebenyttelsen ligger nærmest ved 25/75%.

3: Andelen af landingsrunder i % af det samlede operationstal bestemmes eller estimeres.

4: Det standardkontursæt hvis andel af landingsrunder i % passer bedst med den aktuelle plads (se Tabel B 8.2) vælges.

5: Ud fra det dagækvivalente operationstal $n_{ækv}$ for de tre mest trafikerede måneder, beregnet som angivet ovenfor,

De øvrige støjmæssige forudsætninger vedrørende retningskarakteristik, luftabsorption mv. regnes at svare til dem, der gælder ved beregning af støj fra andre propelflytyper.

B 8.2 Beregningsresultater

På grundlag af forudsætningerne, der er anført i Afsnit B 8.1, er der beregnet støjbelastningskurver for de otte situationer der fremgår af Tabel B 8.2 og figurerne B 8.4 - B 8.11.

Figur	Banebenyttelse	Landingsrunder
B 8.4	40/60%	100%
B 8.5	-	75%
B 8.6	-	50%
B 8.7	-	25%
B 8.8	25/75%	100%
B 8.9	-	75%
B 8.10	-	50%
B 8.11	-	25%

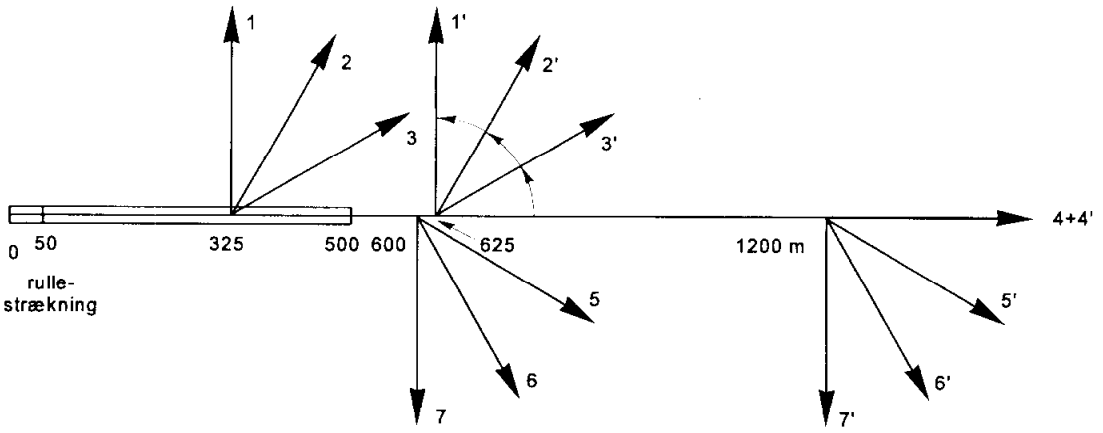
Tabel B 8.2

For hver af de 8 sæt forudsætninger er støjbelastningskurven L_{DEN} = 45 dB beregnet med operationstallet i de tre travleste måneder som parameter.

Der anvendes det dagækvivalente operationstal $n_{ækv}$, dvs. det operationstal for de tre mest trafikerede måneder, der, hvis alle operationer foregik på hverdage i tidsrummet kl. 07-19, ville medføre samme støjbelastning som det reelle operationstal med døgnfordelingskorrektioner:

$$n_{ækv} = n \cdot \frac{P_{hd} + 3{,}16\ P_{wd} + 10\ (P_{ha} + P_{wa}) + 31{,}6\ (P_{hn} + P_{wn})}{100} \qquad \text{(B 8.1)}$$

hvor n er antallet af operationer i de tre travleste måneder
P_{hd} er procentdelen af operationer på hverdage om dagen
P_{ha} er procentdelen af operationer på hverdage om aftenen



Figur B 8.3
Flyveveje: 1-7 lette fly
1'-7' tunge fly.

Flyvevejene 1-7 anvendes af lette fly mens flyvevejene 1'-7' anvendes af tunge fly.

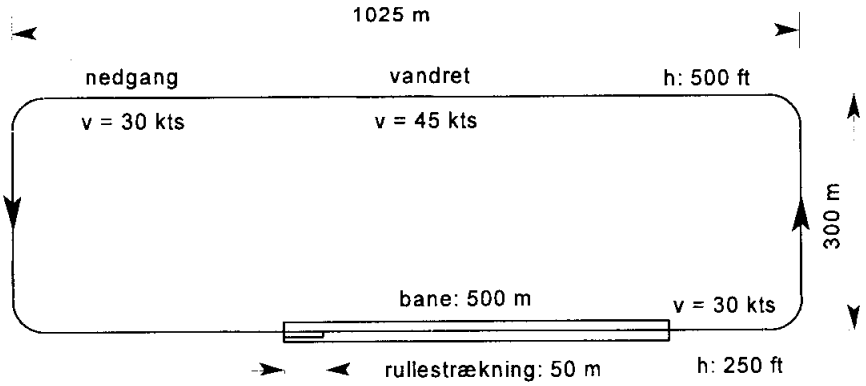
En-route flyvninger foregår i højder op til 3000 ft. Beregningsmæssigt deles disse på to højder, 500 ft og 1000 ft og regnes at fordele sig med 50% på hver højde.

B 8.1.9 **Støjmæssige forudsætninger**
Ved udarbejdelse af standardberegninger for støjbelastning for ultralette fly, er det ikke fundet nødvendigt, at der arbejdes med en støjklasseopdeling.

Der er regnet med, at alle flytyper under horisontal flyvning netop opfylder støjcertificeringsbestemmelserne indeholdt i BL nr. 9-6 af 1. august 1985.

Kravet er, at der ved overflyvning med maksimal vedvarende motorydelse i en højde på 150 m højst frembringes et A-vægtet lydtrykniveau på 60 dB ved en mikrofon anbragt 1,2 m over et reflekterende terræn.

Under start og stigning forudsættes en 10 dB højere støjemission, mens der under landing regnes med en 5 dB lavere støjemission.



Figur B 8.2
Landingsrunde for to-sædet UL-fly.

Ved en-route flyvning er der regnet med, at udflyvning efter start foregår i baneretningen med de for lette og tunge typer typiske stigeprofiler (angivet i Afsnit B 8.1.7). Der regnes med, at 50% af starterne foregår med lette fly og at 50% foregår med tunge fly.

Ifølge DULFU kan venstredrej foretages, når højden 250 ft er nået, mens højredrej kan foretages, når højden 500 ft er nået.

Da standardberegningernen bør dække alle praktisk forekommende flyveveje og trafikfordelinger på disse, er beregningsresultaterne baseret på indhyllingskurver til støjbelastningskurverne svarende til de på principskitsen Figur B 8.3 viste flyveveje. For hver flyvevej er støjbelastningen beregnet svarende til, at al en-route trafik benytter denne flyvevej.

Stigeprofilerne er defineret i Tabel B 8.1. d_{500} og d_{1000} i tabellen er den anvendte horisontale afstand fra startposition til højden 500 ft (alle flyvehøjder er ft GND), henholdsvis 1000 ft er nået.

	Flytype	
	Let (én-sædet)	Tung (to-sædet)
Rullestrækning	50 m	50 m
Stigegradient	27%	13%
d_{500}	600 m	1200 m
d_{1000}	1150 m	2350 m

Tabel B 8.1

Anflyvning til landing regnes at foregå med en gradient på 14% (ca. 8°) uafhængig af flytype. Under stigning og anflyvning forudsættes en hastighed på 30 kts, mens der under horisontal flyvning forudsættes en hastighed på 45 kts.

B 8.1.8 **Flyveveje**

Flyveveje omkring en plads, der benyttes af ultralette fly kan deles i:

- landingsrunder
- "en-route" flyvning

Landingsrundens størrelse afhænger af flytypen. Ifølge DULFU repræsenterer det to-sædede fly af typen Dragon 150 og det én-sædede fly af typen Quicksilver MX, yderpunkterne med hensyn til landingsrundens længde.

Landingsrundens største afstand til centerlinien regnes til 300 m og alle landingsrunder er forudsat at være venstrerunder. Flyvehøjden på medvindsstrækningen i landingsrunden er 500 ft. Ved beregningerne er der regnet med en drejeradius på 50 m ved drejning under udførelse af landingsrunder.

Figur B 8.2 viser landingsrunden for et tungt to-sædet ultralet fly. Denne landingsrunde er lagt til grund for samtlige standardberegninger.

Banebenyttelsen er primært afhængig af vindforholdene. Ved meget lave vindhastigheder kan start- og landingsretning vælges ud fra eventuelle andre hensyn.

Det er besluttet, at standardberegningerne skal belyse to sæt banebenyttelser, nemlig:

- 60% i den ene retning og 40% i den modsatte retning
- 75% i den ene retning og 25% i den modsatte retning

B 8.1.4 Trafikmængde

Standardberegningerne udføres, så det samlede operationstal i de tre mest trafikerede måneder er parameter i de kurvesæt, der udgør beregningsresultatet.

Som grundlag for valget af, indenfor hvilket operationstalsinterval standardberegningerne skal anvendes, har DULFU oplyst, at man for en plads, der anvendes af ultralette fly, vil have:

n = max. 350 opr. pr. kvartal

Dette svarer til et gennemsnit på ca. 2 starter og ca. 2 landinger pr. døgn. DULFU har dog oplyst, at der i praksis kun vil være flyvning i de 10 af kvartalets 90 dage.

Ved beregningerne er metodens anvendelsesinterval valgt med henblik på at en væsentlig del af operationerne kan tænkes afviklet i aftenperioden og i weekenden (se afsnit B 8.2).

B 8.1.5 Trafikkens årsfordeling

I henhold til beregningsmetoden lægges trafikken i de tre mest trafikerede måneder til grund for beregningerne.

B 8.1.6 Trafikkens uge- og døgnfordeling

Trafikkens fordeling på hverdage og weekend må angives for den aktuelle plads. I henhold til oplysninger fra DULFU vil ca. 1/3 af trafikken foregå i dagtimerne og 2/3 af trafikken i aftentimerne, dvs. de sidste 3 timer inden solnedgang.

B 8.1.7 Stige- og landingsprofiler

Der skelnes i beregningerne mellem to stigeprofiler, én for et let (én-sædet) fly og én for et tungt (to-sædet) fly.

B 8.1.2 Beregningstidspunkt

Beregningsresultaterne angives med operationstallet for de tre mest trafikerede måneder for pladsen som parameter. Hvis beregningen vedrører f.eks. en klage, anvendes det nuværende operationstal. Hvis beregningen vedrører fysisk planlægning eller en miljøgodkendelse, anvendes en prognose for operationstallet frem til det tidspunkt man ønsker, at planlægningen/miljøgodkendelsen skal gælde.

B 8.1.3 Banekonfiguration og banebenyttelse

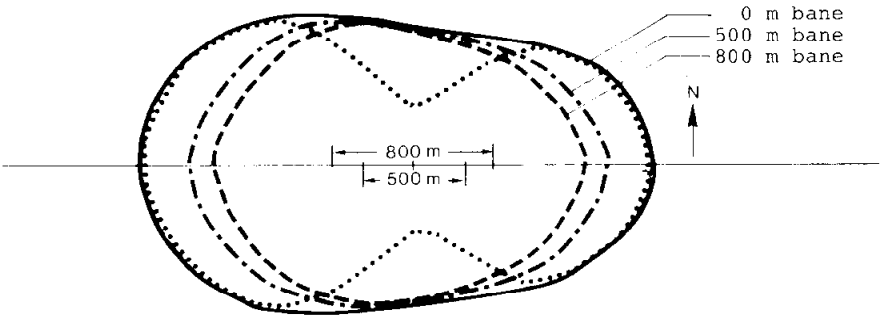
Ultralette flys krav til banelængde er beskedne. DULFU oplyser at startlængden i stille vejr er fra 15-100 m, hvor den længste strækning anvendes af tunge to-sædede fly.

Benyttes en normal flyveplads med en banelængde på 500-800 m vil støjbelastningskurvernes form afhænge af hvor på banen der startes.

Støjbelastningskurvernes principielle form ved start og landing ved baneenderne på henholdsvis en 800 m bane, en 500 m bane og ved start og landing ved banemidten, er vist i Figur B 8.1.

De tre støjbelastningskurver er baseret på samme operationelle forudsætninger (bl.a. at banen benyttes 60% mod vest og 40% mod øst).

Da det er ønskeligt at reducere antallet af standardstøjkurvesæt, er standardberegningerne baseret på indhyllingskurven til de mulige støjbelastningskurver for banelængder op til 800 m.



Figur B 8.1
Én start og én landing. Støjbelastning L_{DEN} = 25 dB.
Banebenyttelse: 60% mod vest, 40% mod øst

B 8 Standardberegningsmetode for ultralet flyvning.

Metoden er udarbejdet for Miljøstyrelsen, Statens Luftfartsvæsen og Dansk UL-Flyver Union i 1985 og er rapporteret i [B 8.1].

Arbejdet blev fulgt af en styringsgruppe med medlemmer fra de berørte myndigheder DULFU og Lydteknisk Institut.

Metoden er baseret på en række standardforudsætninger og dækker alle normalt forekommende operationstal, banelængder, flyveveje og banebenyttelser, idet de angivne støjbelastningskurver er indhyllingskurver til et større antal kombinationer af beregningsforudsætninger.

Det forudsættes, at de ultralette fly opfylder de danske støjcertificeringskrav angivet i "Bestemmelser for civil luftfart" BL 9-6 udgivet af Statens Luftfartsvæsen.

Hvis ét eller flere ultralette fly, der indgår i trafikken på den plads der skal foretages støjberegning for, ikke opfylder disse krav, må der udføres en normal beregning af støjbelastningen ved hjælp af en metode der opfylder minimumskravene i Bilag 1.

Standardberegningerne anvendes til undersøgelse af, om en konkret flyveplads under givne trafikmæssige forudsætninger vil give en støjbelastning, der har miljømæssige konsekvenser for områderne omkring flyvepladsen.

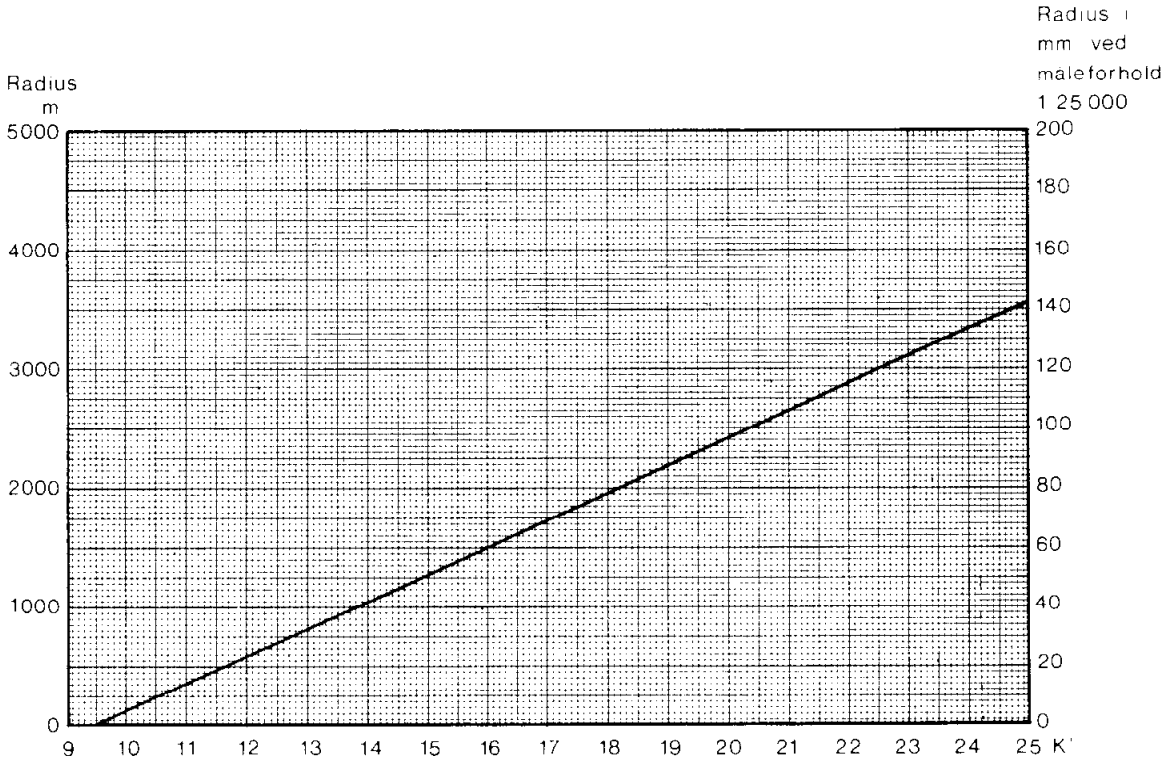
B 8.1 Beregningsforudsætninger

De fleste oplysninger om de ultralette flys egenskaber og flyvemønstre, er fremskaffet af DULFU (Dansk UL-Flyver Union). Beregningsresultaterne er afhængige af, at disse oplysninger afspejler normale driftforhold.

For de enkelte beregningsforudsætninger er grundlaget for fastlæggelsen anført.

B 8.1.1 Beregningsmetode

Beregningerne er udført ved hjælp af DENL-metoden beskrevet i vejledningens Afsnit 8.

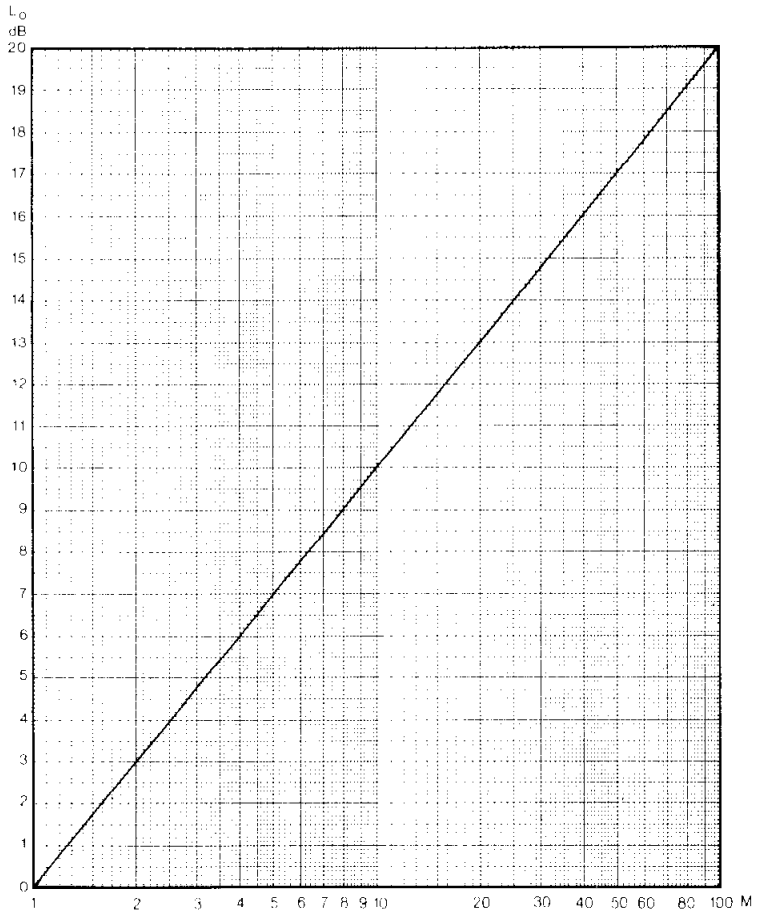


Figur B 7.6
Bestemmelse af radius for fjernfeltskonturen.

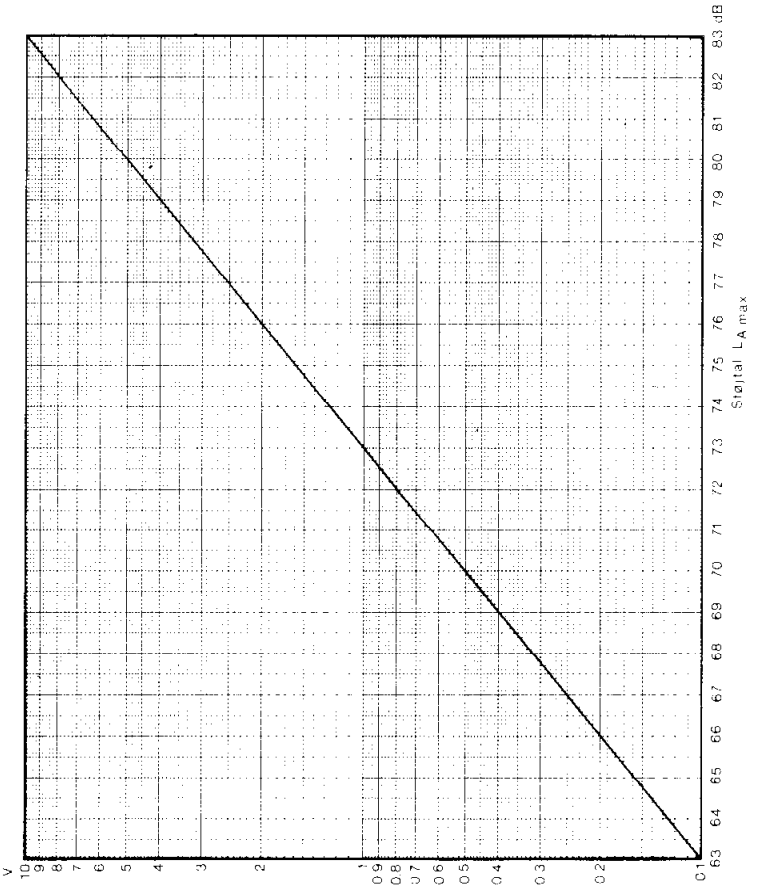
Figurerne B 7.4 og B 7.5 er indsat bagest i bilagsdelen. Teksten til figurerne fremgår nedenfor.

Figur B 7.4
Nærfeltskonturer for forskellige værdier af K for en banebenyttelse i den mest trafikerede retning ikke over 70%.
Måleforhold 1:25.000.

Figur B 7.5
Nærfeltskonturer for forskellige værdier af K for en banebenyttelse i den mest trafikerede retning over 70%.
Måleforhold 1:25.000.



Figur B 7.3
Bestemmelse af støjemissionstallet L_o ud fra det vægtede antal løft, M.



Figur B 7.2
Sammenhæng mellem flytypers vægtfaktor V og støjtallet L_{Amax}.

Først bestemmes en "nærfeltskontur" ud fra enten Figur B 7.4 eller Figur B 7.5. Hvis banebenyttelsen i den mest trafikerede retning ikke er over 70%, anvendes Figur B 7.4, ellers anvendes Figur B 7.5.

Hvis K>10 bestemmes desuden en "fjernfeltskontur". Fjernfeltskonturen er en cirkel med centrum i banens midtpunkt. Radius i cirklen bestemmes ved hjælp af Figur B 7.6 ud fra K.

Den resulterende kontur fremkommer herefter som indhylningskurven til nærfelts- og fjernfeltskonturen.

Flytypens støjmæssige betydning udtrykt ved vægtfaktoren v_i bestemmes ud fra støjtallet ved hjælp af Figur B 7.2, eller beregnes ud fra

$$v_i = 10^{\frac{L_{Amax}-73}{10}} \quad \textbf{for den i'te flytype} \qquad \text{(B 7.1)}$$

Det vægtede antal løft pr. døgn M_i for den i'te flytype beregnes:

$$M_i = \frac{N_i}{90} \cdot \frac{P_{hd} + 3{,}16\, P_{wd} + 10\,(P_{ha} + P_{wa}) + 31{,}6\,(P_{hn} + P_{wn})}{100}\, v_i \qquad \text{(B 7.2)}$$

M_i summeres herefter for alle flytyper:

$$M = M_1 + M_2 + \ldots\ldots + M_i + \ldots\ldots$$

Hvis en flytype ikke kan overholde grundkravet om at omdrejningstallet reduceres mindst 150 RPM i forhold til det omdrejningstal L_{Amax} er målt ved, ganges M_i med 2 inden sammenlægningen.

Herefter bestemmes støjemissionstallet ved hjælp af Figur B 7.3 eller følgende formel:

$$L_o = 10 \bullet \log M \qquad \text{(B 7.3)}$$

B 7.2.2 Beregning af konturværdien K

For en valgt værdi af støjbelastningen L_{DEN} beregnes den konturværdi K som i det følgende skal anvendes ved bestemmelse af støjkonturens placering. K beregnes ud fra:

$$K = L_o - L_{DEN} + 45 \qquad \text{(B 7.4)}$$

Det bemærkes at ved en kriterieværdi

$$L_{DEN} = 45 \text{ dB, er } K = L_o$$

B 7.2.3 Bestemmelse af konsekvensområde

Ud fra den fundne værdi af K kan støjkonturens beliggenhed nu bestemmes.

- støjtallet L_{Amax} (som defineret i Bilag 5) for de relevante flytyper

- antallet af løft (1 løft = 1 start + 1 landing) i de tre travleste måneder

- hvor mange procent af samtlige løft der udføres henholdsvis dag, aften og nat på hverdage og på lørdag-søndage

Forudsætningerne for at beregningsmetoden kan anvendes er:

- spring foretages over den plads hvorfra der startes

- stigning til springhøjden såvel som nedgang fra springhøjden, foregår via en enkelt runde, altså ikke skrueformet

- motoromdrejningstallet reduceres efter start og senest når højden 500 ft er opnået, med mindst 150 RPM i forhold til det omdrejningstal, støjtallet er målt ved

- flyvninger fordeles jævnt i alle retninger.

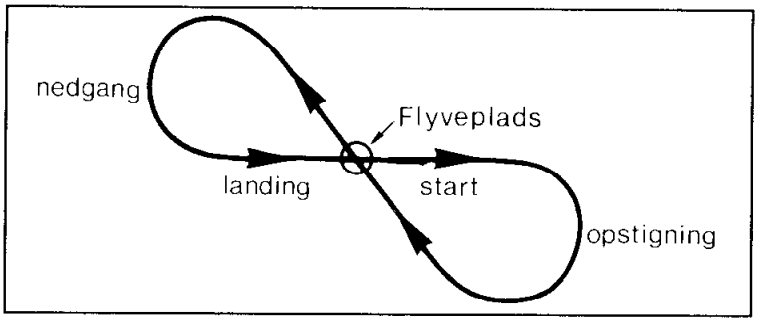
- at der ikke foretages spring fra højder under 900 m.

Endvidere anvises en fremgangsmåde, hvis kravet om en reduktion på mindst 150 RPM ikke kan overholdes.

B 7.2.1 **Beregning af støjemissionstal L_0**

For hver flytype der anvendes på pladsen må følgende data specificeres:

L_{Amax}:	støjtallet for flytypen som defineret i Bilag 5
N:	antallet af løft i de tre travleste måneder i beregningsåret
P_{hd}:	procentdelen af løft på hverdage om dagen
P_{ha}:	procentdelen af løft på hverdage om aftenen
P_{hn}:	procentdelen af løft på hverdage om natten
P_{wd}:	procentdelen af løft i weekenden om dagen
P_{wa}:	procentdelen af løft i weekenden om aftenen
P_{wn}:	procentdelen af løft i weekenden om natten



Figur B 7.1

Det antages endvidere, at de på Figur B 7.1 viste flyveveje fordeles ligeligt i alle retninger. Herved vil støjbelastningen blive rotationssymmetrisk omkring pladsen og støjbelastningskurverne cirkler, med centrum i pladsen. Cirklernes radius vil afhænge af springhøjden.

Nærfeltskonturer

I nærfeltet vil støjbelastningskurvernes form afhænge af banens retning og af banebenyttelsen.

Det antages i nærfeltsmetoden, at flyene under start følger banens forlængelse indtil 2 km fra rulningspunktet. Efter dette punkt spredes flyene jævnt i alle retninger med en drejningsradius på 600 m.

Ved landing ankommer flyene fra alle retninger. Det antages, at flyene er samlet på banens centerlinie 2 km fra tærsklen. Tilslutningen til slutindflyvningen foregår med en drejningsradius på 600 m.

Kombination af fjernfelts- og nærfeltskonturer

Fjernfelts- og nærfeltskonturerne kombineres ved at tegne indhyldningskurven til de to typer støjbelastningskurver.

B 7.2 Beregningsmetode

Metoden giver mulighed for at vurdere støjforholdene omkring en flyveplads, der anvendes til faldskærmsflyvning.

For at gennemføre en beregning af støjbelastningen efter den anførte metode må følgende oplysninger indsamles:

5. I forbindelse med udspring bør reducering og øgning af motorkraften foregå gradvis, idet pludselige ændringer i støjniveauet bevisligt virker irriterende.

6. Ved valg af flytype kan det anbefales, at der anvendes støjsvage "high performance" fly, der ligger godt inden for de støjgrænser, der er omtalt i BL 1-18.

   Luftfartsdirektoratet vil i denne forbindelse kunne være behjælpelig med oplysninger om de enkelte fly's støjdata.

B 7.1.4 **Springkategorier**

Spørgeskemaet indeholdt en angivelse af fordelingen på følgende springkategorier:

1) automatspring (før fra ca. 600 m, nu fra ca. 900 m højde)	Skærmen udløses ved hjælp af en line fastgjort i flyet
2) manuelle spring under 1000 m 3) manuelle spring mellem 1000 og 2000 m 4) manuelle spring over 2000 m	Skærmen udløses af springeren efter kortere eller længere frit fald

I gennemsnit for 13 pladser, fordelte springene sig næsten ligeligt på de fire kategorier.

Variationerne fra plads til plads viste sig dog at være så store, at det måtte undersøges, om det var nødvendigt at lade fordelingen være en indgangsparameter i metoden.

Rent støjmæssigt viste det sig dog, at der ikke var væsentlige forskelle på de enkelte kategorier af spring.

B 7.1.5 **Beregningsmetodik**

I metodikken skelnes mellem forholdene i fjernfeltet, dvs. i så stor afstand fra pladsen, at banens retning er uden betydning for flyvevejene, og i nærfeltet omkring banen.

<u>Fjernfeltskonturer</u>

Fjernfeltskonturen bestemmes ved at det antages, at flyene følger den i Afsnit 7.1.3 definerede "dråbeformede" flyvevej, således at springhøjden nås over pladsen. Flyets nedgang foregår ligeledes via en dråbeformet flyvevej, således at flyene ankommer til pladsen i samme retning, som de er afgået (se Figur B 7.1).

Konklusionen af analysen var, at når flyvninger regnes fordelt i alle retninger, vil flyvevejens form kun have en mindre betydning for støjbelastningen.

Anbefalede retningslinier for tilrettelæggelse af faldskærmsflyvning, der tager støjmæssige hensyn til beboere i nærheden af springområdet, er udarbejdet af Statens Luftfartsvæsen i 1976 [B 7.4].

Det anbefales heri, at man på lokalt plan detaljeret undersøger, hvad der kan gøres for at opnå de bedste forhold for de omkringboende og tage følgende mulige forholdsregler i betragtning:

1. Hvor det er formålstjenligt, bør drej efter take-off foretages, så snart det er sikkerhedsmæssigt forsvarligt, dog senest i 500' GND.

2. Snarest muligt efter take-off bør power reduceres til 75%. Denne motorindstilling, der også er den mest brændstoføkonomiske, bør så vidt muligt holdes, til springhøjden er nået. Dette gælder især for fly med constant-speed propeller.

3. Overflyvning af sammenhængende bebyggelse, herunder i ferieperioder især i sommerhusbebyggelser, bør i videst mulig udstrækning undgås.

4. Stigning bør ske over et så stort område som muligt (ingen spiral over hopfeltet).

   Flyvemønsteret bør varieres i dagens løb, således at gentagne overflyvninger af samme område under climb undgås.

   Udflyvninger kan f.eks. udføres ved, at der flyves bort fra pladsen på en bestemt kurs (der ændres for hver flyvning), indtil halvdelen af springhøjden er nået, hvorefter kursen ændres 180°, så springhøjden nås under tilbageflyvningen mod hopfeltet.

   Denne procedure er ikke alene miljømæssig hensigtsmæssig, men giver samtidig den bedste udnyttelse af luftfartøjets performance-egenskaber.

På denne baggrund blev det besluttet, at basere metoden på følgende standardprocedure for start:

1) rullestrækning på 500 m
2) stigning til 500 ft med fuldt omdrejningstal og en gradient på 10%
3) reduceret omdrejningstal over 500 ft til springhøjde og en gradient på 8%.

En analyse af de støjmæssige forhold, hvis omdrejningstallet ikke reduceres og stigningen på 10% fortsættes over 500 ft, viste at støjbelastning i visse områder på jorden vil kunne stige med op til 3 dB.

Nedgang fra springhøjden regnes at foregå med en vinkel på 6° og en motorindstilling svarende til en normal landing.

B 7.1.3 **Flyveveje**

I forbindelse med arbejdsgruppens rundspørge bad man faldskærmsklubberne indtegne de benyttede flyveveje for en "typisk dag".

En analyse af materialet viste, at hovedparten af flyvningerne fulgte en "dråbeformet" flyvevej, idet det antages at spring altid udføres over den flyveplads, hvorfra der startes.

Flyvevejens form var stort set den samme for alle pladser, for opstigning og nedgang til/fra springhøjden og for forskellige springhøjder. Den dråbeformede flyvevej kan geometrisk udtrykkes på følgende måde:

Stigning langs en ret linie efterfulgt af drej langs en cirkelbue på 230° og returnering til en position over flyvepladsen som nås i springhøjden. Den horisontale vinkel mellem udflyvningsretningen og ankomstretningen bliver herved 50°. Størrelsen af "dråben" vil afhænge af start- eller landingsprofilen og springhøjden.

Den støjmæssige betydning af flyvevejens form blev undersøgt [B 7.3], ved sammenligning med to andre flyvevejsgeometrier:

1) stigning langs en ret linie til halv springhøjde, efterfulgt af stigning i modsat retning til pladsen nås i springhøjden

2) stigning langs en cirkelbue på 360° således, at springhøjden nås over pladsen.

flyvning i Danmark. Tabellens støjtal samt kildeangivelser er tilføjet af Lydteknisk Institut.

Flytype	Antal (1993)	Støjtal	(Kilde)
Cessna F172M	2	71	(1)
Cessna FR172J	1	70	(3)
Cessna 182F	5	76	(1)
Cessna 182M	1	76	(1)
Cessna 182Q	1	72	(2)
Cessna 205 (210-5)	1	76	(1)
Cessna P206E	1	79	(2)
Cessna 206TU	1	69	(3)
Cessna 208	1	73	(3)
DHC-2T Turbo Beaver	1	77	(4)
Maule M7	3	74	(1)

Tabel 1
Flytyper, der anvendes til faldskærmsflyvning, og deres støjtal.

Kilder til støjtal:
(1): Bilag 5.
(2): Bundesanstalt für Flugsicherung, 31. okt. 83.
(3): Bundesanstalt für Flugsicherung, 20. feb. 92.
(4): Beregnet ud fra certificeringsværdi og præstationer angivet af DFU.

B 7.1.2 **Flyveprocedurer**

På baggrund af besvarelserne af spørgeskemaerne til faldskærmsklubberne, kunne følgende fælles træk for startproceduren fremdrages:

Start foretages normalt med det maksimalt tilladelige omdrejningstal eller det maksimale omdrejningstal i det normale operationsområde. Efter stigning til nogle få hundrede fod (maksimalt 500 fod), reduceres omdrejningstallet med 0-250 rpm (gennemsnit 150 rpm).

En analyse af omdrejningstallets betydning for støjemission [B 7.2] viste, at en reduktion på 150 rpm i gennemsnit vil svare til en reduktion på 2,6 dB mens stigegradienten i gennemsnit vil reduceres med 2%.

B 7 Forenklet støjberegningsmetode for faldskærmsflyvning.

Metoden er udarbejdet som et værktøj for faldskærmsklubber og lokale miljømyndigheder og kan anvendes uden særlige hjælpemidler.

Metoden, der blev udarbejdet i 1984 for Miljøstyrelsen og Dansk Faldskærmsunion, er dokumenteret i [B 7.1], der også indeholder baggrunden for metodens udformning.

I dette bilag gengives rapportens Afsnit 2: "Baggrund for beregningsmetoden" og Afsnit 3: "Beregningsmetode".

I teksten er der foretaget de nødvendige ændringer for at ajourføre grundlaget og beregningsmetodikken.

Det skal bemærkes, at den i metoden anvendte fjernfeltskontur er baseret på en meget forenklet forudsætning som fører til en vis overvurdering af støjbelastningen tæt på banen. En mere korrekt beregning kan udføres, hvis beregningsforudsætningerne ikke forenkles, og man anvender normale beregningsprincipper, der opfylder mindstekravene angivet i Bilag 1.

B 7.1 Baggrund for beregningsmetoden

For at sikre en så realistisk og brugbar beregningsmetode som muligt, blev (i 1984) en række informationer om faldskærmsflyvningen i Danmark indsamlet bl.a. ved at udsende et spørgeskema til faldskærmsklubberne. Det indsamlede materiale, som omfatter 14 pladser, blev bearbejdet med henblik på opstilling af forudsætninger for en forenklet beregningsmetode og resumeres i dette afsnit, som endvidere indeholder analyse af forskellige parametres betydning.

B 7.1.1 Flytyper

Da støjen, i forbindelse med faldskærmsflyvning for en given plads, normalt kun hidrører fra nogle få flytyper, er den enkelte flytypes støjtal væsentlig for støjbelastningen. Støjtallet er defineret som støjcertificeringsværdien uden præstationskorrektion (se Bilag 5).

Tabel 1 indeholder en oversigt, udarbejdet i 1993 af Dansk Faldskærmsunion, over de flytyper, der anvendes til faldskærms-

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
271	Transavia PL 12	TN12	1P		1855				1
272	Viking Dragonfly		1P		525				1
273	Wassmer WA 40	WA4	1P	132	1200	B	71	II	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
253	Socata Rallye 150T	S892	1P	112	950	A	70	I	1
254	Socata Rallye 235C	S235	1P	173	1200	B	75	II	1
255	Socata Rallye MS 880B	S880	1P	74	770	A	68	I	15
256	Socata Rallye MS 883	S880	1P	79	825	A	68	I	1
257	Socata Super Rallye MS 885	S885	1P	108	820	B	73	II	1
258	Socata Rallye MS 892A	S892	1P	95	980	A	71	II	2
259	Socata MS 893A	S893	1P	132	1050	A	72	II	2
260	Socata MS 893E	S893	1P	132	1050	B	72	II	7
261	Socata Rallye MS 894A	S894	1P	162	1100	B	77	III	2
262	Sokol M-1-C		1P	66	800	A	69	I	1
263	Stampe SV 4B		1P	81	770				1
264	Stampe SV 4C		1P	81	770	C	74	II	1
265	Stinson 108-2		1P	112	1011	B	75	II	1
266	Stinson HW 75/M		1P		717				1
267	Swearingen SA226-T(B)	SW3	2T	670	5671	C	77	III	1
268	Swearingen SA226-TC		2T	593-618	5670	B	82	IV	11
269	Taylercraft Plus D		1P	74	635-658		67	I	2
270	Tipsy Nipper T 66 Mk I		1P	33	300		60	I	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
235	Polliwagen		1P		611	A	67	I	1
236	Polyt 5		1P		760				1
237	PZL-104 Wilga 35	POW	1P	162	1300	C	70	I	2
238	PZL-104 Wilga 35A	POW	1P	162	1300				1
239	PZL-150 Koliber		1P	112	850-870		73	II	2
240	Robin HR 100/210	HR11	1P	154	1250	A	76	III	1
241	Robin DR 400/160	DR46	1P	114	1050	A	72	II	1
242	Rockwell Commander 112A	AC2A	1P	147	1205	B	73	II	1
243	Rockwell Commander 690A		2T	515	4650	C	76	III	2
244	Saab MFI-9B	MF9	1P	74	575				2
245	Scintex CP 301C		1P	67-71	650				1
246	Scintex CP 301C-1		1P	67-71	650				1
247	Scintex CP 301C2		1P	67-71	650				1
248	Shorts SC-7 Skyvan	SH7	2T		5670-5700				4
249	Socata TB-9	TB09	1P	118	1060	B	71	II	8
250	Socata TB-20	TB20	1P	184	1335-1400	C	76	III	3
251	Socata Rallye TB-10	TB10	1P	132	1150	B	72	II	5
252	Socata Rallye 100ST-D	S880	1P	75	770	A	67	I	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
217	Piper PA-31-350	PA31	2P	257	3175	C	86	IV	5
218	Piper PA-31P	PA31	2P	313	3538	C	84	IV	4
219	Piper PA-31T1	PAYE	2T	335	3946	C	77	III	1
220	Piper PA-32-260	PA32	1P	191	1545	B	80	III	3
221	Piper PA-32-300	PA32	1P	221	1545	C	81	IV	1
222	Piper PA-32R-300	PA32	1P	177	1632	B	72	I	2
223	Piper PA-32RT-300	PA32	1P	221	1635	A	79	III	1
224	Piper PA-32RT-300T	PA32	1P	199	1633	B	76	III	1
225	Piper PA-34-200	PASE	2P	147	1905	C	77	III	8
226	Piper PA-34-200T	PASE	2P	147	1995-2073	C	77	III	8
227	Piper PA-34-220T	PASE	2P	147	1999	C	77	III	3
228	Piper PA-38-112	PA38	1P	82	757	B	69	I	1
229	Piper PA-39		1P	118	1633	C	76	III	1
230	Piper PA-44-180	PA44	2P	132	1723	C	78	III	1
231	Piper PA-44-180T	PA44	2P	132	1780	C	74	II	1
232	Piper PA-46-310P		1P	228	1859	B	75	II	3
233	Piper PA-46-350P		1P	257	1950	B	75	II	4
234	Pitts S-2B	P12	1P	191	771	C	82	IV	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
199	Piper PA-25-235	PA25	1P	173	1315	B	78	III	2
200	Piper PA-25-235C	PA25	1P	173	900				1
201	Piper PA-28-140	PA28	1P	110	975	A	72	II	60
202	Piper PA-28-151	PA28	1P	110	1055	A	75	II	13
203	Piper PA-28-160	PA28	1P	118	998	B	73	II	1
204	Piper PA-28-161	PA28	1P	118	1055	A	71	II	10
205	Piper PA-28-180	PA28	1P	132	1090-1110	B	74	II	27
206	Piper PA-28-181	PA28	1P	132	1156	B	72	II	21
207	Piper PA-28-201T	PA28	1P		1315				1
208	Piper PA-28-235	PA28	1P	173	1315	B	76	III	4
209	Piper PA-28R-180	PA28	1P	132	1135-1200	B	74	II	6
210	Piper PA-28R-200	PA28	1P	147	1180-1295	B	76	III	7
211	Piper PA-28R-201	PA28	1P	147	1248	A	75	II	1
212	Piper PA-28R-201T	PA28	1P	147	1315	A	72	II	4
213	Piper PA-28RT-201	PA28	1P	147	1247	A	74	II	5
214	Piper PA-28RT-201T	PA28	1P	147	1315	B	73	II	3
215	Piper PA-30	PA30	2P	118	1633-1690	C	76	III	3
216	Piper PA-31	PA31	2P	228	2950	B	84	IV	11

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
181	Piper PA-12	PA12	1P	99	794	A	68	I	2
182	Piper PA-14	PA14	1P	81	840				1
183	Piper PA-16	PA16	1P	79-99	750	A	65	I	1
184	Piper PA-18	PA18	1P	66	680	B	65	I	3
185	Piper PA-18-95	PA18	1P	71	680	B			2
186	Piper PA-18-105	PA18	1P	78	680	B	67	I	1
187	Piper PA-18-150	PA18	1P	110	795-940	C	70	I	5
188	Piper PA-18A-150	PA18	1P	110	795	C	70	I	1
189	Piper PA-19		1P	66	680	B	63	I	2
190	Piper PA-20	PA20	1P	93	885				1
191	Piper PA-22	PA22	1P	93	820				1
192	Piper PA-22-108	PA22	1P	79	750	B	68	I	6
193	Piper PA-22-150	PA22	1P	110	907	B	71	II	10
194	Piper PA-22-160	PA22	1P	119	907	B			2
195	Piper PA-23	PA23	2P	110	1588		77	III	1
196	Piper PA-23-180	PA23	2P	134	1724				1
197	Piper PA-23-250	PA23	2P	184	2177-2360	C	78	III	12
198	Piper PA-24-250	PA24	1P	184	1270	C	75	II	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
163	Mitsubishi MU-2B-40	MU2	2T	489	4749	C	77	III	1
164	Mitsubishi MU-2B-60	MU2	2T	526	5250	B	77	III	1
165	Mooney M 20A	MO2	1P	132	1111	A	73	II	3
166	Mooney M 20C	MO2	1P	132	1170	A	74	II	2
167	Mooney M 20F	MO2	1P	147	1245	B	75	II	1
168	Mooney M 20J	MO2	1P	147	1243	B	75	II	3
169	Mooney M 20K	MO2	1P	154	1315	B	74	II	5
170	Opus-3		1P		725				1
171	Partenavia P 68 Observer	PN68	2P	147	1960	C	79	III	2
172	Partenavia P 68B	PN68	2P	147	1990	C	80	III	8
173	Partenavia P 68C	PN68	2P	147	1990	C	80	III	2
174	Piaggio FW-P 149D	P149	1P	191	1820	A	72	II	2
175	Piper J-3	PA3	1P	48	500				3
176	Piper J-3C-65	PA3	1P	48	555	A	65	I	11
177	Piper J-3F-50	PA3	1P	37	500				1
178	Piper J-4A		1P		544				1
179	Piper L-4H		1P		555				1
180	Piper PA-11	PA11	1P		553				1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
145	Jodel D112	WA1	1P	48-74	530-750	C	64	I	6
146	Jodel D120A	WA1	1P	66	650	C	67	I	1
147	Jodel DR 250-160	DR25	1P	118	960	A	71	II	1
148	KZ II		1P	75-97	750-850				4
149	KZ III		1P	75	700				20
150	KZ IV		2P	108	2050				1
151	KZ VII		1P	107	860	B	73	II	21
152	KZ VIII		1P	108	575				1
153	Lake LA-4-200	LA4	1P	147	1180		72	II	2
154	Long-EZ		1P	87	650	C	73	II	1
155	Maule M 5-235C	ML5	1P	173	1043-1134	C	74	II	2
156	Maule 7-235		1P	173	1134	C	74	II	5
157	Messerschmitt BF 108	ME08	1P	179	1380				1
158	Miles M 28		1P	60	1000				1
159	Mitsubishi MU-2B-20	MU2	2T		4500				1
160	Mitsubishi MU-2B-35	MU2	2T		4900				3
161	Mitsubishi MU-2B-36	MU2	2T		5250				1
162	Mitsubishi MU-2B-36A	MU2	2T	541	5250	B	77	III	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
127	De Havilland DH-87B		1P	97	910				1
128	De Havilland DH 104 Dove 8	HS04	2P		4150				1
129	Druine D 31	TBTU	1P	22	260	A	60	I	1
130	Druine D 31	TBTU	1P	31	330	C	61	I	7
131	Eister B	PUEL	1P	66	750	C	66	I	1
132	Embraer EMB-110 P 1	E110	2T	552	5670	C	79	III	4
133	Extra 300		1P		870				1
134	Falko F 8 L Serie IV	LV8	1P	110	820	C	74	II	1
135	Gardan GY 80-160		1P	118	1100	A	72	II	1
136	Gardan GY 80-180		1P	132	1150	B	75	II	2
137	Grumman American AA-1	AA1	1P	79	680	B	67	I	3
138	Grumman American AA-1A	AA1	1P	79	680	B	70	I	2
139	Grumman American AA-1B	AA1	1P	79	708	A	67	I	3
140	Grumman American AA-1C	AA1	1P	79	726	A	66	I	1
141	Grumman American AA-5	AA5	1P	110	1000	A	71	II	11
142	Grumman American AA-5A	AA5	1P	110	1000	A	72	II	4
143	Grumman American AA-5B	AA5	1P	132	1090	A	73	II	6
144	Grumman American GA-7	AA7	2P	119	1724	B	74	II	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
109	Cessna F 337G	C337	2P	154	1996	C			2
110	Cessna T 337D	C337	2P	154	1995				1
111	Cessna 340	C340	2P	210	2710	C	82	IV	2
112	Cessna 340A	C340	2P	228	2717	C	82	IV	2
113	Cessna 402A	C402	2P	221	2858	C	78	III	1
114	Cessna 402B	C402	2P	221	2860	C	78	III	3
115	Cessna 402C	C402	2P	231-242	3107	C	79	III	1
116	Cessna 414	C414	2P	228	2880	C	82	IV	2
117	Cessna 414A	C414	2P	228	3062	C	81	IV	1
118	Cessna 421B	C421	2P	276	3380	C	81	IV	4
119	Cessna 421C	C421	2P	276	3380	C	80	III	1
120	Cessna 441	C441	2T	467	4469	C	78	III	1
121	Champion 7 ECA	CH7	1P	75	748	B	72	II	1
122	Champion Citabria 7GCAA	CH7	1P	110	750		71	II	1
123	Champion Citabria 7GCBC	CH7	1P	110	748	C	70	I	1
124	Christen Eagle II		1P		621				1
125	De Havilland DHC-1 Mk 22	DH1	1P	103	955	C	70	I	11
126	De Havilland DH-82A	DH82	1P	81-107	825	C	66	I	2

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
91	Cessna 182P	C182	1P	169	1340	B	77	III	10
92	Cessna F 182P	C182	1P	171	1340	B	75	II	1
93	Cessna F 182Q	C182	1P	169	1338	C	72	II	4
94	Cessna P 206E	C206	1P	210	1635	B			2
95	Cessna U 206E	C206	1P	210	1633	B	79	III	1
96	Cessna U 206F	C206	1P	210	1635	B	79	III	1
97	Cessna U 206G	C206	1P	210	1635	B	79	III	3
98	Cessna TU 206G	C206	1P	210	1633	B	79	III	1
99	Cessna 207A	C207	1P	210	1724	A	79	III	1
100	Cessna 208	C208	1T	441	3630	A	73	II	1
101	Cessna 208B	C208	1T	441	3969	A	73	II	1
102	Cessna 210-5 (205)	C205	1P		1487	B	76	III	1
103	Cessna 210E	C210	1P	210	1406	B			1
104	Cessna 210L	C210	1P	210	1725	B	79	III	1
105	Cessna T 210M	C210	1P	210	1723	B	77	III	1
106	Cessna 310	C310	2P	191	2190	C	83	IV	1
107	Cessna 337D	C337	2P	154	1996	B			3
108	Cessna F 337F	C337	2P	154	1995	C			1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
73	Cessna F 172K	C170	1P	107	1045	A	74	II	3
74	Cessna F 172L	C170	1P	110	1045	A	73	II	4
75	Cessna F 172M	C170	1P	110-118	1045	A	71	II	38
76	Cessna F 172N	C170	1P	118	1043	B	74	II	12
77	Cessna F 172P	C170	1P	118	1045	A	72	II	1
78	Cessna FR 172E	C170	1P	154	1134	B	77	III	1
79	Cessna FR 172F	C170	1P	154	1135	B	75	II	1
80	Cessna FR 172J	C170	1P	154	1160	B	76	III	1
81	Cessna FR 172K	C170	1P	143	1157	B	75	II	1
82	Cessna R 172K	C170	1P	143	1157	B	75	II	2
83	Cessna 177	C177	1P	132	1065	A	71	II	1
84	Cessna 177RG	C177	1P	147	1270	B	77	III	1
85	Cessna F 177RG	C177	1P	147	1270	B	77	III	2
86	Cessna 182A	C182	1P	169	1202	C	76	III	1
87	Cessna 182B	C182	1P	169	1202	C	76	III	1
88	Cessna 182F	C182	1P	169	1270	C	76	III	1
89	Cessna 182M	C182	1P	169	1270	C	76	III	2
90	Cessna 182N	C182	1P	169	1340	B	77	III	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
55	Cessna F 150L	C150	1P	74	726	B	68	I	9
56	Cessna F 150M	C150	1P	74	726	B	67	I	3
57	Cessna FRA 150M	C150	1P	112	750	C	69	I	1
58	Cessna 152	C152	1P	81	758	B	65	I	3
59	Cessna 170A	C170	1P	125	998	A	71	II	2
60	Cessna 172	C170	1P	107	1000	B	72	II	1
61	Cessna 172B	C170	1P	107	1000	A	74	II	2
62	Cessna 172C	C170	1P	107	1020	A	74	II	2
63	Cessna 172L	C170	1P	110	1043	A	72	II	2
64	Cessna 172M	C170	1P	110	1043	A	72	II	3
65	Cessna 172N	C170	1P	118	1045	B	74	II	8
66	Cessna 172P	C170	1P	118	1089	B	74	II	3
67	Cessna F 172D	C170	1P	107	1043	A	74	II	2
68	Cessna F 172E	C170	1P	107	1045	A	74	II	4
69	Cessna F 172F	C170	1P	107	1043	A	74	II	3
70	Cessna F 172G	C170	1P	107	1043	A	74	II	3
71	Cessna F 172H	C170	1P	107	1045	A	74	II	19
72	Cessna F 172I	C170	1P	107	1045	A	74	II	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
37	Beech E95	BE95	2P		1906				1
38	Beech 200	BE20	2T	625	5670	C	81	IV	10
39	Beech 200C	BE20	2T	625	5670	C	81	IV	1
40	Beech B200C	BE20	2T	625	5670	C	81	IV	1
41	Bellanca 8KCAB		1P	112	816	C	72	II	1
42	Britten-Norman BN 2A-9	BN2	2P	191	2860	C	85	IV	1
43	Britten-Norman BN 2B-27	BN2	2P	194	2994	C	83	IV	1
44	Bücker Bü 181 B	BC81	1P	62	850	B	65	I	2
45	Bölkow BO-208-C	BO08	1P	74	630	B	69	I	2
46	Cessna 140	C14	1P	63-79	660	B	69	I	1
47	Cessna 140A	C14	1P	66	680	B	66	I	1
48	Cessna 150	C150	1P	74	680	C	67	I	1
49	Cessna 150B	C150	1P	74	680	B	67	I	2
50	Cessna 150C	C150	1P	74	680	B	67	I	2
51	Cessna 150F	C150	1P	74	726	B	67	I	1
52	Cessna F 150G	C150	1P	74	726	B	67	I	5
53	Cessna F 150H	C150	1P	74	726	B	67	I	2
54	Cessna F 150J	C150	1P	74	726	B	67	I	1

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
19	Beech F33A	BE33	1P	210	1542	B	79	III	9
20	Beech 35-B33	BE35	1P	165	1360	B	78	III	1
21	Beech 35-C33	BE35	1P	165	1383	B	78	III	1
22	Beech 35-C33A	BE35	1P	213	1500	C	80	III	1
23	Beech V35B	BE35	1P	213	1545	B	80	III	1
24	Beech A36	BE36	1P	213	1633	B	79	III	2
25	Beech 58	BE58	2P	213	2495	C	82	IV	1
26	Beech A60	BE60	2P	279	3072	B	87	IV	1
27	Beech 65-90		2T	373	4219	C	83	IV	1
28	Beech 76	BE76	2P	132	1769	C	82	IV	3
29	Beech B-90	BE90	2T	405	4377	C	83	IV	2
30	Beech C-90	BE90	2T	405	4380	C	82	IV	2
31	Beech C-90A	BE90	2T	405	4581	C	82	IV	1
32	Beech F-90	BE90	2T	552	4967	C	78	III	1
33	Beech 95-B55	BE95	2P	191	2270-2315	C	82	IV	3
34	Beech 95-C55	BE95	2P	221	2404	C	79	III	1
35	Beech B95A	BE95	2P	132	1910				1
36	Beech D95A	BE95	2P	132	1905-1010	C	78	III	2

	Flytype	ICAO	Motorer		MTOM	Stigegrad	L_{Amax}	Støj-klasse	Antal DK
		kode	Stk,type	KW/stk	kg	kode	dB		
1	Aeronca 11 AC	AR11	1P	48	570				1
2	Auster J-5-P		1P		1110				1
3	Auster Mk 5-J1		1P	67	862				1
4	Auster V		1P	93	860	A	68	I	1
5	Auster V J-1		1P	85	840	B	70	I	5
6	Auster V J-1-A		1P	85	840				3
7	Auster V J-2		1P	56-63	660				2
8	Auster V J-4		1P	75	725				1
9	Beagle A.61 Srs.2	A61	1P	101	1089		66	I	3
10	Beagle A 109	A 109	1P	134	1247				1
11	Beagle B 121 Srs.2		1P	112	875	B	71	II	1
12	Beech 19A	BE19	1P	112	1020				1
13	Beech 23	BE23	1P	118	1043	B	71	II	3
14	Beech A23	BE23	1P	121	1066-1088	B	74	II	2
15	Beech A23-19	BE23	1P	110	1000	A	70	I	1
16	Beech A23-24	BE23	1P	147	1157		76	III	1
17	Beech C24R	BE24	1P	134	1248	B	73	II	1
18	Beech E33	BE33	1P	168	1385	B	75	II	1

B 6 Dansk støj- og præstations-database for propelfly med MTOM under 5700 kg.

Med udgangspunkt i det danske nationalregister for luftfartøjer pr. 1/1 1992 (ajourført til 7. okt. 1992), der er udarbejdet af Statens Luftfartsvæsen, er der udført en opdeling i flytyper for alle propelfly med MTOM under 5700 kg.

De 866 registrerede fly var fordelt på 273 flytyper.

Databasen giver hver flytype et løbenr. og angiver den af ICAO anvendte kode, der dog ikke entydigt specificerer hver af de 273 flytyper.

Motorantal og -type angives ved et tal (antallet) og et bogstav P eller T, der angiver henholdsvis stempelmotordrevet propel (P) eller turbinedrevet propel (T). Motoreffekten pr. motor angives i kW.

Den maksimale startvægt MTOM angives i kg.

Oplysninger om stigegradientkode (se definition i Bilag 5) og støjtal samt deraf følgende støjklasse har følgende kilder:

1) Databasen i Vejledning nr. 5/1982.

2) Swiss Federal Office for Civil Aviation.
Aircraft Noise Data Sheet. 1988.

3) Bundesanstalt für Flugsicherung.
Umweltfreundliche Propellerflugzeuge. 1992.

4) Federal Aviation Administration.
Advisory Circular. 1992.

5) Business Aviation Handbook. 1983.

Endelig angiver databasen antallet af hver flytype som var registreret i Danmark d. 7. okt. 1992.

b. Fordeling på støjklasser

Støjklasse	Stige-gradient-klasse	Procentisk fordeling på støjklasser for hver trafikkategori.									
		ER	PR	SK	heraf LA	FA	SV	UL	KU	RF	andre LO
I	A B C										
II	A B C										
III	A B C										
IV	A B C										
I alt		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.7 *Note:* *Skemaet udfyldes kun for de trafikkategorier, hvor der i følge skema B 5.5 er anført en fordeling på støjklasser.*

c. Fordeling på vægtklasser

Indenfor de enkelte vægtklasser regnes med den til vægtklassen hørende standardfordeling på støjklasser og stigegradientklasser.

Vægtklasse	Procentisk fordeling på vægtklasser inden for hver trafik-kategori.									
	ER	PR	SK	LA	heraf FA	SV	UL	KU	RF	andre LO
≤ 1500 kg 1500 - 2500 kg 2500 - 5700 kg										
I alt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.8 *Note:* *Skemaet udfyldes kun for de trafikkategorier, hvor der i følge skema B 5.5 er anført en fordeling på vægtklasser.*

a. Fordeling på specifikke flytyper

Flytype	Procentisk fordeling på specifikke flytyper inden for hver trafikkategori.									
	ER	PR	SK	LA	heraf FA	SV	UL	KU	RF	Andre LO
I alt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.6

Note: Skemaet udfyldes kun for de trafikkategorier, hvor der ifølge skema B 5.5 er anført en fordeling på specifikke flytyper.

Trafikkens støjmæssige inddeling

Trafikken opdeles ved hjælp af en eller flere af de under a til d nævnte metoder.

Ved kombineret anvendelse af de 4 metoder angives fordelingen:

Opdelingsmetode	Fordeling på a-d i %									
	ER	PR	SK	heraf LA	FA	SV	UL	KU	RF	andre LO
a: Fordeling på specifikke flytyper b: Fordeling på støjklasser c: Fordeling på vægtklasser d: Standardfordeling										
I alt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.5

Flyvevej	Segment				
	Lige	Drej	Lige	Drej	Lige

Skema B 5.4c
Beskrivelse af flyveveje. For lige segmenter angives længden i sømil.
For drej-segmenter angives retning (H=højre, V=venstre), vinkel (grader) og radius i sømil.

Flyvevej/ flyve-sektor nr.	Procentisk fordeling på flyveveje/sektorer inden for hver trafikkategori									
	ER	PR	SK	heraf LA	FA	SV	UL	KU	RF	Andre LO
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.4b

Ankommende trafiks fordeling på flyveveje/flyvesektorer, angivet på vedlagte kort eller geometrisk i en tabel.

Flyvevej/ flyve-sektor nr.	Procentisk fordeling på flyveveje/sektorer inden for hver trafikkategori									
	ER	PR	SK	heraf LA	FA	SV	UL	KU	RF	Andre LO
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Skema B 5.4a

Afgående trafiks fordeling på flyveveje/flyvesektorer, angivet på vedlagte kort eller geometrisk i en tabel.

Bane-betegnelse 2 cifre)	Geografisk retning (i °)	Banens længde (i m)	Banens overflade	Banebenyttelse (i %)	
				Starter	Landinger

Skema B 5.3

Banesystemet og dets benyttelse (kort med placering vedlægges).

Ugedag	Års- og døgnfordeling	Trafikkategori										I alt
		ER	PR	SK	heraf LA	FA	SV	UL	KU	RF	LO	
Mandag til fredag	% af årstrafik pr. døgn											
	Operationer pr. døgn											
	Dag: kl. 07-19, % Aften: kl. 19-22, % Nat: kl. 11-07, %											
Lørdag og søndag	% af årstrafik pr. døgn											
	Operationer pr. døgn											
	Dag: kl. 07-19, % Aften: kl. 19-22, % Nat: kl. 11-07, %											

Skema B 5.2

Operationer pr. døgn og fordeling på døgnet.

Forudsætninger ved beregning af støj fra almenflyvning med stempelmotordrevne propelfly med maksimal startvægt under 5700 kg

Trafikkategori	Operationer pr. år
Erhvervsflyvning (ER)	
Privatflyvning (PR)	
Skoleflyvning [1] (SK)	
Faldskærmsflyvning (FA)	
Motorflyoptræk af svævefly (SV)	
Ultralet flyvning (UL)	
Kunstflyvning (KU)	
Rundflyvning (RF)	
Andre lokalflyvninger [2] (LO)	
I alt	

[1] Andelen af landingsrunder (LA) angives

[2] Arten angives evt.

Skema B 5.1
Årlige operationstal.

områder, der i forhold til flyvevejs- og flyvesektorers placering i større eller mindre grad ligger i skygge af bakker eller tætte bevoksninger, vil støjbelastningen kunne være lavere end beregnet.

B 5.5 Skemaer til opstilling af forudsætninger

Dette afsnit kan anvendes til registrering af de oplysninger, der er nødvendige for gennemførelse af en støjberegning.

Forudsætninger for beregning af støjbelastningen omkring:

Flyveplads:
Ejer (navn og adresse):
Beliggenhed:
Adresse:
Tlf.:
Fax:
Åbningstid:
Støjbelastningen beregnes for år:
Årligt operationstal:

Propelfly med MTOM under 5700 kg	opr./år
Propelfly med MTOM over 5700 kg	opr./år
Jetfly	opr./år
I alt	opr./år

Kort over flyvepladsen og de nærmeste omgivelser er vedlagt (ja / nej):

B 5.4 Beregningstekniske forudsætninger

Ved beregning af støjbelastningen omkring en flyveplads er det nødvendigt at foretage en række forenklende forudsætninger for at begrænse beregningsarbejdet til et rimeligt omfang.

Nogle beregningstekniske forudsætninger repræsenterer forenklinger, der kun har lille indflydelse på beregningsresultaterne, mens de, der vedrører lydudbredelsesforhold, ofte har stor indflydelse på støjbelastningen.

De meteorologiske forhold har stor indflydelse på den øjeblikkelige støjbelastning omkring en flyveplads.

De forenklinger, der vedrører lydudbredelsen, er fastlagt, således at den beregnede støjbelastning så vidt muligt kommer til at svare til neutrale lydudbredelsesforhold (en definition af neutrale lydudbredelsesforhold er givet nedenfor under a).

De forenklinger i forudsætningerne, der er foretaget af hensyn til støjberegningerne, er udført ud fra det synspunkt, at den samlede ubestemthed foranlediget af disse forenklinger, skal være mindre end den ubestemthed, som de grundlæggende forudsætninger om trafikmængde, trafiksammensætning, døgnfordeling og flytypernes egenskaber tilfører beregningsresultatet.

I det følgende anføres de vigtigste af de beregningstekniske forudsætninger:

a) Der er lydudbredelsesmæssigt set regnet med neutrale meteorologiske forhold, dvs. 0 vind, standardtemperatur (15°C) og fugtighed (70% RH) og ingen temperaturændring med højden (altså ingen temperaturinversioner).

b) Ved beregning af støjbelastningen i områderne nær flyvepladsen er det af stor betydning for resultaterne, at der tages hensyn til den ekstra dæmpning af støjen, der opstår på grund af terrænets indflydelse. Denne dæmpning er størst, mens flyene bevæger sig på jorden, og aftager gradvis, når flyets højde over terrænet forøges. Der er regnet med terrænets indflydelse i henhold til den amerikanske standardiseringssammenslutnings, SAE's AIR 1751. Ved lydudbredelse over vand vil terrændæmpningen være minimal.

c) Der er ikke regnet med den indflydelse, terrænets topografiske forhold og bevoksning har på lydudbredelsen. I

Støjklasse	Stigegradientklasse			I alt
	A	B	C	
I	30	42	28	100%
II	54	42	4	100%
III	2	43	55	100%
IV	0	32	68	100%

Tabel B 5.7

Standardfordeling på stigegradientklasser for hver støjklasse.

Ved udarbejdelse af en støjberegning baseret på konkrete flytyper anvendes oplysningerne om stigegradienterne (angivet i Bilag 6), hvor det er muligt.

Ved udarbejdelse af støjberegning baseret på opdeling af trafikken i støjklasser anvendes standardfordelingen i Tabel B 5.7.

Bestemmelsen af terrændæmpningens indflydelse på støjbelastningen kræver, at man kender rulningsstrækningen, dvs. afstanden fra rulningspunktet til letningspunktet.

I flyvehåndbøger opgives oftest strækningen fra rulningspunktet til det sted, hvor flyet er i 15 meters højde over banen:d_{15}. Denne størrelse kan med god tilnærmelse anvendes i beregningen som rulningsstrækningen. Rulningsstrækningen har en vis sammenhæng med stigegradienten, og for at forenkle beregningsproceduren regnes med værdier for d_{15} som angivet i Tabel B 5.8.

Stigegradientklasse	Rulningsstrækning d_{15}
A	ca. 600 m
B	ca. 500 m
C	ca. 400 m

Tabel B 5.8

Typiske rulningsstrækninger for fly med de angivne stigegradientklasser.

MTOM > 2500 kg i forbindelse med alle de landinger, der foretages med visuel navigation. For alle instrumentlandinger regnes med en anflyvningsvinkel på 3°. Anflyvningshøjden kan her variere meget.

Ved starter afhænger stigegradienten af flyets præstationer, dets last samt af eventuelle højdebegrænsninger (der regnes normalt med maksimal startvægt). For VFR operationer regnes normalt med overgang fra stigning til horisontal flyvning i en højde på 2000 fod.

Ved optræk af svævefly med et slæbefly afhænger stigegradienten af begge flys egenskaber. Det kan være nødvendigt at bestemme stigegradienten for slæbeflyet ved måling under typiske forhold.

For 89% af propelflyene med MTOM under 5,7 t, der 1/1 1992 var på det Danske Nationalregister, angiver databasen i Bilag 6 en stigegradient svarende til en normal start med fuld motorydelse i det normale operationsområde.

Det har vist sig hensigtsmæssigt at inddele flyene i 3 stigegradientklasser som angivet i Tabel B 5.6.

Stigegradientklasse	Stigegradient i %
A	≤ 9 (8)
B	10-12 (11)
C	≥ 13 (14)

Tabel B 5.6

Stigegradientklasser. Tallene i parentes er de værdier, stigegradientklasserne tillægges i beregninger.

Baseret på databasen i Bilag 6, er der for den danske flyflåde fundet følgende fordeling på stigegradientklasser for de 4 støjklasser.

B 5.3.3 **Præstationsdata**

Beregning af støjbelastning fra flytrafik kræver at man kender de flyveprocedurer, der benyttes i området omkring en flyveplads, primært startprocedure og landingsprocedure.

Startproceduren beskriver, hvor langt flyet ruller på banen, før det letter, hvilken stigegradient og hastighed, der er typisk for en normal start samt den anvendte motorindstilling.

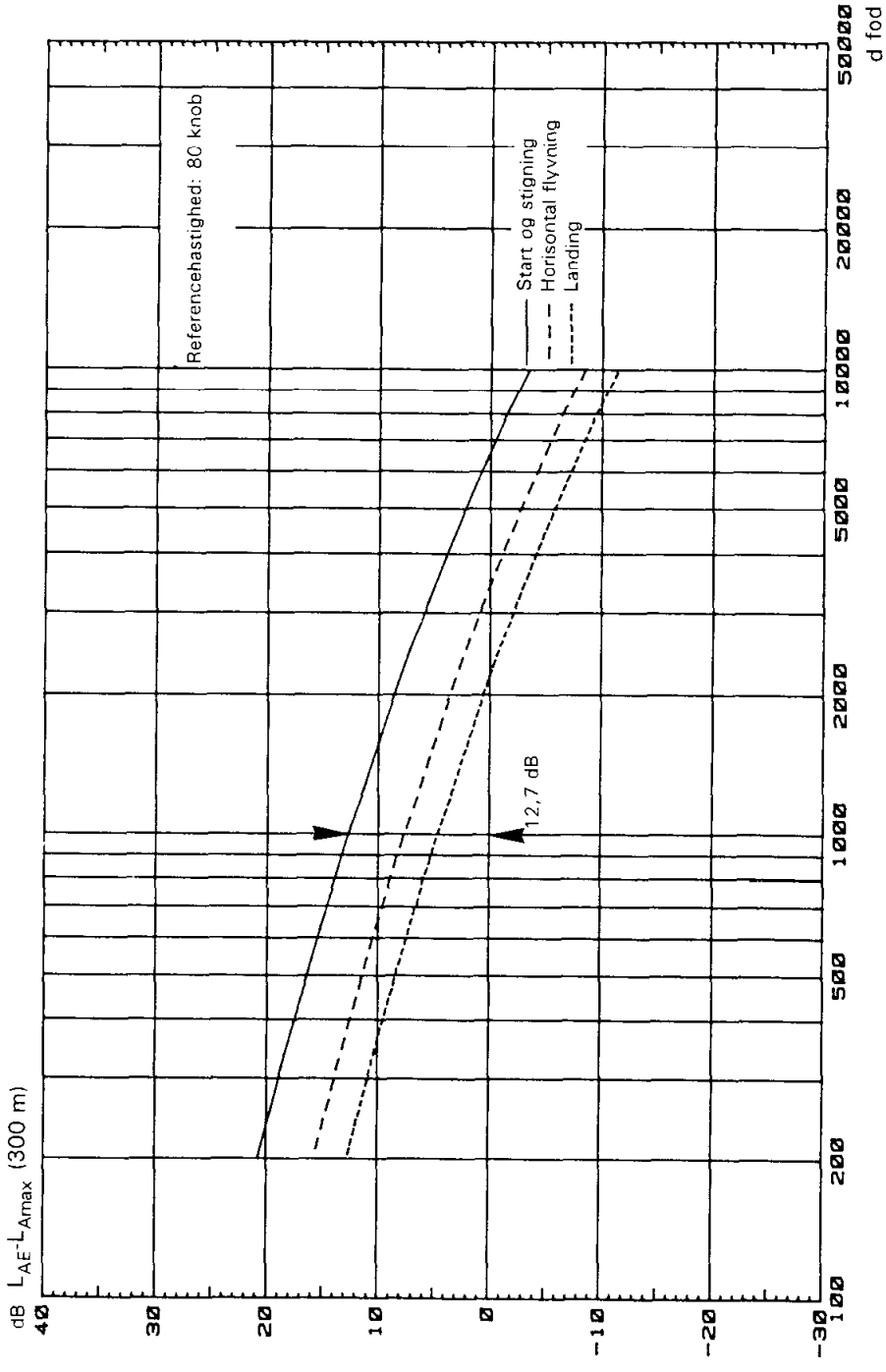
Landingsproceduren beskriver anflyvningsvinklen, motorindstillingen og hastigheden i forbindelse med en normal landing.

Flyveprofilen er en fællesbetegnelse for stigegradient og anflyvningsvinkel. Flyveprofilen indgår i bestemmelsen af afstanden fra flyet til et beregningspunkt.

Følgende definitioner vedrører flyveprofilen:

> Flyveprofilen er projektionen på en lodret plan af flyets bane i luften under start og udflyvning eller under anflyvning og landing.
>
> Sætningspunktet er det punkt på banen, hvor flyet først rører banen under en landing.
>
> Rulningspunktet er det punkt på banen, hvor flyet påbegynder startløbet.
>
> Letningspunktet er det punkt på banen, hvor flyet under en start forlader banen.
>
> Stigegradienten er hældningen i procent af flyveprofilen efter letningspunktet.
>
> Anflyvningsvinklen er hældningen i grader af flyveprofilen under anflyvning mod sætningspunktet.

Ved VFR-landinger regnes der med at flyene ankommer i en højde af 1000 fod og anvender en anflyvningsvinkel på 6° for fly med MTOM ≤ 2500 kg og 4° for fly med



Figur B 5.2

L_{AE} ÷ L_{Amax} (300 m) som funktion af den korteste afstand til flyet. Den aflæste værdi i dB adderes til støjtallet L_{Amax} når man vil finde støjdosen L_{AE}.

Tabel B 5.5 angiver i tabelform kurven $L_{AE} \div L_{Amax}$ (300 m) som funktion af d for start og stigning.

d		$L_{AE} \div L_{Amax}$ (300 m) (v = 80 kts)
ft	m	
200	61.0	20.8
250	76.2	19.8
315	96.0	18.7
400	121.9	17.5
500	152.4	16.4
630	192.0	15.2
800	243.8	13.9
1000	304.8	12.7
1250	381	11.3
1600	488	9.9
2000	610	8.6
2500	762	7.2
3150	960	5.6
4000	1219	3.9
5000	1524	2.2
6300	1920	0.4
8000	2438	-1.5
10000	3048	-3.5

Tabel B 5.5

$L_{AE} \div L_{Amax}$ (300 m) som funktion af afstanden d til flyet. Tabellen gælder for start og stigning. Ved horisontal flyvning og landing anvendes ΔL-korrektioner fra Tabel B 5.4.

B 5.3.2 **Støjdata**

Ved beregning af støjbelastningen er udgangspunktet støjtallet L_{Amax} for det enkelte fly eller det middelstøjtal, man tillægger støjklassen, og som fremgår af Tabel B 5.1.

Med udgangspunkt i L_{Amax}, der er målt i en afstand på 300 m (~ 985 fod) fastlægges støjdosen L_{AE}, der er grundlag for beregning af støjbelastningen (jvf. Kapitel 8 i Vejledningen). Hertil anvendes Figur B 5.1, der angiver differensen $L_{AE} \div L_{Amax}$ som funktion af den korteste afstand d til flyet under en forbiflyvning, der følger en ret linie. Differensen er angivet for en referencehastighed på 80 knob.

Ved andre hastigheder V end referencehastigheden $V_{ref} = 80$ knob kan L_{AE} korrigeres ved addition af et tillæg på:

$$\Delta L_V = 10 \log \frac{V_{ref}}{V} \qquad \text{(B 5.1)}$$

Da der sjældent foreligger oplysninger om støjen ved andre motorindstillinger end den maksimale, er det undersøgt, om forholdene er så ensartede fra flytype til flytype, at der kan fastlægges en repræsentativ sammenhæng mellem motorindstilling og afvigelsen ΔL fra L_{AE} ved den maksimale motorindstilling.

Den fundne sammenhæng er angivet i Tabel B 5.4.

Motorindstilling svarende til	ΔL dB
Start	0
Stigning	0
Horisontal flyvning	-5
Landing	-8

Tabel B 5.4

Ændring af L_{AE} ved forskellige motorindstillinger.

Figur B 5.2 viser for de 4 ovennævnte motorindstillinger forløbet af funktionen $L_{AE} \div L_{Amax}$ som funktion af afstanden til flyet og under antagelse af, at støjen udsendes ligeligt i alle retninger.

Støjklasse	Vægtklasse (MTOM)		
	< 1500 kg	1500 - 2500 kg	2500 - 5700 kg
I	24%	2%	—
II	68%	11%	2%
III	8%	78%	23%
IV	—	9%	75%

Tabel B 5.2

Fordeling på støjklasser for 3 vægtklasser. Tabellen repræsenterer 89% af alle danske propelfly med MTOM under 5,7 t registreret pr. 1/1 1992.

d) Endelig kan man vælge en støjmæssig opdeling af trafikken, der svarer til gennemsnittet for de 89% af den danske propelflyflåde pr. 1/1 1992, for hvilke der findes støjtal. Denne standardfordeling er angivet i Tabel B 5.3.

Støjklasse	Fordeling
I	19%
II	54%
III	18%
IV	9%

Tabel B 5.3

Standardfordeling: Fordeling på støjklasser af 89% af alle danske propelfly med MTOM under 5,7 t, registreret pr. 1/1 1992.

Den støjmæssige inddeling af hver trafikkategori bør indrettes efter antallet af flytyper der anvender den aktuelle flyveplads.

Primært bør princip a) anvendes, især for større flytyper og for flytyper med mange operationer.

På flyvepladser hvor mange flytyper er repræsenteret kan man som alternativ eller supplement til princip a) anvende et af principperne b) - d).

I Afsnit B 5.5 findes Skema B 5.5 - B 5.8 til støjmæssig inddeling af trafikken.

Støjklasse	L_{Amax}	Middelstøjtal
I	≤ 70 dB	68 dB
II	71 - 75 dB	73 dB
III	76 - 80 dB	78 dB
IV	81 - 85 dB	83 dB

Tabel B 5.1

Støjklasseinddeling.

Flytyper hvis støjtal overstiger 85 dB skal altid behandles særskilt i støjberegningen ligesom jetfly og propelfly hvis MTOM overstiger 5,7 t.

Støjtal for 89% af de danske propelfly med MTOM < 5,7 t fremgår af databasen i Bilag 6.

Støjmæssig inddeling af trafikken på en almenflyveplads kan ske efter 4 principper a-d:

a) Trafikken opdeles på specifikke flytyper med hver sit støjtal. Hvis flytypeantallet er så stort, at arbejdet må forenkles, kan man eventuelt behandle de mest støjende og de hyppigst forekommende flytyper individuelt og fordele de øvrige på støjklasser efter et af principperne b) - d).

b) Opdeling af flytyper på støjklasser. Dette gøres ud fra kendskab til flytypesammensætningen. For en fremtidig beregningssituation kan opdelingen evt. baseres på den eksisterende flytypesammensætning og en fremskrivning af udviklingstendenserne.

c) Opdeling af flytyper på vægtklasser kan anvendes som en genvej til en støjklasseopdeling. For en fremtidig beregningssituation kan opdelingen evt. baseres på et kendskab til den eksisterende vægtklasseopdeling og et skøn om trafikudviklingen inden for hver trafikkategori.

Det er fundet hensigtsmæssigt at afgrænse 3 vægtklasser: < 1500 kg, 1500-2500 kg og 2500-5700 kg. Den hertil svarende støjklassefordeling er angivet i Tabel B 5.2.

For propelfly med MTOM under 5,7 t angives støj- og præstationsdata ved hjælp af en klassificeringsmetode, der er beskrevet i det følgende.

Metoden reducerer arbejdet med opstilling af beregningsforudsætninger, hvis der er mere end nogle få flytyper.

Metoden kan anvendes både ved beregning af eksisterende støjbelastning og ved beregning af fremtidig støjbelastning.

B 5.3.1 **Støjmæssig klassificering**

Der findes 273 propeldrevne flytyper med MTOM ≤ 5700 kg registrerede (pr. 1/1 1992) på "Det Danske Nationalitetsregister for Luftfartøjer".

Støjemissionen varierer 27 dB fra den mindst støjende til den mest støjende type.

Den støjmæssige klassificering er baseret på de enkelte flytypers støjtal, der måles, når de støjcertificeres.

Certificeringsværdien er den værdi i A-vægtet lydtrykniveau, der fremkommer efter at det målte støjtal er korrigeret for flyets præstationer. Certificeringsværdien kan afvige op til 5 dB fra støjtallet.

Støjtallet L_{Amax} for en flytype måles som det maksimale A-vægtede lydtrykniveau under en overflyvning af en mikrofon anbragt 1,2 m over et plant terræn. Flyet skal flyve horisontalt i 300 m højde med den maksimale motorydelse i det normale operationsområde for motoren og stabiliseret hastighed. Målemetoden er beskrevet i detaljer i [B 5.4].

Der er fastlagt 4 støjklasser, defineret i Tabel B 5.1.

For almenflyvepladser uden flyvesikringstjeneste kan støjberegningerne baseres på et standardflyvevejssystem.

Flyvevejssystemet kan enten angives grafisk ved indtegning på et kort over området omkring flyvepladsen eller det kan angives geometrisk defineret som liniestykker og cirkelbuer. Oplysninger svarende til sidstnævnte metode kan anføres i skema B 5.4c, afsnit B 5.5.

Det fastlagte flyvevejssystem skal forelægges Statens Luftfartsvæsen til kommentar inden støjberegninger udføres.

Flyvevejssystemet og trafikkens fordeling på flyveveje og flyvesektorer skal angives for alle trafikkategorier.

Disse oplysninger kan anføres i Skema B 5.4a og B 5.4b, Afsnit B 5.5.

B 5.3 Forudsætninger om flyenes støj og præstationer

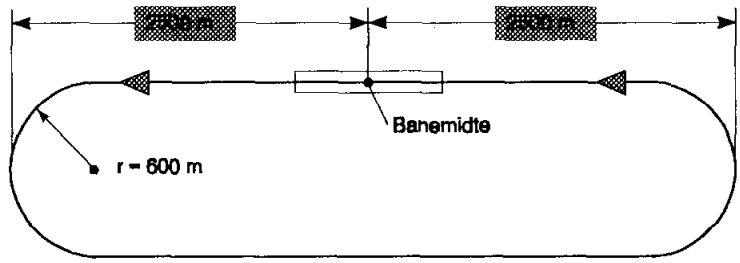
Den støjbelastning, som et luftfartøj under start og landing medfører på et givet sted på jorden, afhænger af støjemissionen (retningskarakteristik og støjens frekvenssammensætning), flyveprofilen, flyvehastigheden og de meteorologiske forhold.

Støjemissionen afhænger bl.a. af flytype, motortype, motorindstilling og flyvehastighed. Flyveprofilen under start afhænger af luftfartøjets startvægt, de meteorologiske forhold og den anvendte startprocedure.

Støj- og præstationsdata er fastlagt gennem målinger af støjen og fabrikantens præstationsoplysninger, der er dokumenteret under flytypens luftdygtighedsgodkendelse.

For propelfly med MTOM over 5,7 t og for jetfly foreligger støjdata normalt som tabeller, der angiver støjdose (L_{AE}) og maksimalværdi (L_{Amax}) som funktion af den korteste afstand til flyet under forbiflyvning langs en lige flyvevej ved de motorindstillinger og hastigheder, der er typiske for operationer omkring en flyveplads. Præstationsdata angiver flyvehøjde, flyvehastighed og motorindstilling som funktion af afstanden til det sted på banen, hvor starten indledes eller det sted, hvor flyet sættes på banen under landing.

Som landingsrunder anvendes normalt standardlandingsrunder angivet af Statens Luftfartsvæsen. En standardlandingsrunde er vist i Figur B 5.1. Der regnes normalt ikke med spredning omkring landingsrunder.



Figur B 5.1
Standardlandingsrunde (med venstredrej).

En væsentlig del af trafikken til og fra en almenflyveplads følger ikke fastlagte nominelle flyveveje, men spredes inden for nogle hovedudflyvningsområder eller i indflyvningsområder, der hovedsagelig svarer til baneretningerne.

Sådanne områder kaldes flyvesektorer.

En flyvesektor angiver et spredningsområde mellem de yderste flyveveje som en bestemt trafikandel normalt vil følge. I et tværsnit af flyvesektoren kan trafikken være jævnt fordelt eller fordelt på anden måde, f.eks. efter en normalfordelingskurve. Når der regnes med normalfordeling, antages det at 98% af trafikken ligger inden for flyvesektorens begrænsninger.

En speciel form for flyvesektor angives under tiden for flyvepladser, hvor trafikkens geografiske fordeling ikke kan fastlægges. Der kan i disse tilfælde regnes med sektorer der begrænses af to standardlandingsrunder. En sådan sektor giver mulighed for ud- eller indflyvning i eller fra alle retninger.

Der udarbejdes flyvevejskort svarende til start og landing i alle baneretninger, herunder de specielle flyveveje i forbindelse med skoleflyvning, faldskærmsflyvning og motorflyoptræk af svæveflyv.

Generelt gælder at beregningsforudsætningerne vedrørende flyvevejssystemet bør fastlægges i samarbejde med flyvepladsledelsen (evt. de flyveklubber, der benytter pladsen) på den pågældende flyveplads.

Hvis der foreligger en banebenyttelsesstatistik, kan den anvendes i forbindelse med beregning af en nuværende støjbelastning og normalt også med beregning af en fremtidig støjbelastning.

Findes der ingen banebenyttelsesstatistik, kan en vindstatistik fra den nærmest liggende vindobservationsstation anvendes som grundlag for et skøn over banebenyttelsen.

Hvis der er forskelle i banebenyttelsen for de enkelte trafikkategorier, må dette angives. Det bør herunder angives, om der findes en strategi for banevalg ved svag vind. En sådan strategi kan være bestemt af destination/oprindelsessted eller af miljøhensyn.

Endvidere må det angives, om der er forskel i banebenyttelsen om dagen, om aftenen og om natten, da dette kan have væsentlig betydning for støjbelastningens geografiske fordeling.

Oplysninger om banerne og deres anvendelse kan angives i Skema B 5.3, Afsnit B 5.5.

B 5.2.3 **Flyveveje**

Støjbelastningens geografiske fordeling er afhængig af, hvilke flyveveje trafikken til og fra flyvepladsen følger. Det er derfor overordentligt vigtigt for anvendeligheden af støjberetningernes resultater, at forudsætningerne vedrørende flyveveje er så realistiske som muligt.

Flyvevejssystemet omfatter såvel startende som landende fly.

Flyvevejssystemet består af flyveveje og/eller flyvesektorer.

For nogle trafikkategorier (eks.: erhvervstrafik) kan der være behov for at dele trafikken i IFR- og VFR-operationer, der følger hver sine flyveveje/flyvesektorer.

<u>En flyvevej</u> er projektionen på vandret plan af den bane i luften et fly følger.

Der vil uundgåeligt være en horisontal spredning af trafik, der søger at følge en nominel flyvevej. Hvis spredningen omkring de enkelte flyveveje er lokalt bestemt, angives spredningen. Hvis spredningen af trafikken ikke kendes, anvendes den spredningsmodel, der er angivet i minimumsmetoden Bilag 1, Afsnit B 1.5.2. For VFR-trafik regnes med spredning som for IFR-trafik med drej over 45°.

Kun hvor et begrænset antal flytyper opererer, baseres beregninger normalt på konkrete flytyper.

Der er derfor i 1976 indført en støj- og præstationsmæssig klassificering af propelfly med MTOM under 5,7t, således at alle flytyper støjmæssigt deles i 4 støjklasser og præstationsmæssigt i 3 stigegradientklasser.

Klassifikationsmetoden er gennemgået i Afsnit B 5.3.

De til Afsnit B 5.3 hørende skemaer kan også anvendes hvis det for fly med MTOM under 5,7t anses for hensigtsmæssigt at opdele trafikken på enkelte flytyper.

Trafik, der udføres af fly med MTOM over 5,7t eller af jetfly, skal altid opdeles på enkelte flytyper.

B 5.2 Forudsætninger vedrørende beflyvning

Forudsætningerne udarbejdes af den lokale flyvepladsledelse og forelægges for Statens Luftfartsvæsen, inden de anvendes.

B 5.2.1 Banekonfiguration

Banernes beliggenhed angives på et kort med reference til UTM-nettet (Universal Transverse Mercator Grid) eller til et af Kort- og Matrikelstyrelsen udarbejdet kort.

Desuden angives:
- Baneretninger (°geogr)
- Banelængder
- Banebelægning
- Startpositioner
- Landingstærskler
- Landingshjælpemidler

B 5.2.2 Banebenyttelse

Den procentiske fordeling af starter og landinger på hver baneretning må angives. Banebenyttelsen er i hovedsagen bestemt af vindforholdene, idet der normalt startes og landes mod vinden. Oplysningerne bør vedrøre de tre travleste måneder, men evt. kan banebenyttelsen for sommerperioden være tilstrækkelig.

For særlige flyaktiviteter må det angives om der er forskel på trafikken på hverdage og weekend-døgn.

Oplysningerne kan angives i Skema B 5.2 (i skemadelen Afsnit B 5.5).

B 5.1.4 **Trafikkens døgn- og ugefordeling**

I henhold til DENL-metoden skal operationstallene - for hver trafikkategori - opdeles på døgnets 3 perioder:

Dag:	kl. 07-19 LMT
Aften:	kl. 19-22 LMT
Nat:	kl. 22-07 LMT

Ved beregning af en eksisterende trafiks støjbelastning anvendes den registrerede eller skønnede døgnfordeling.

Ved beregning af en fremtidig trafiks støjbelastning må man vurdere døgnfordelingen ud fra visse antagelser, blandt andet om:

- åbningstid
- visuelle landingshjælpemidler
- radio-landingshjælpemidler
- udviklingen inden for nat-VFR-flyvning [B 5.2] og [B 5.3]

Det vil i denne forbindelse være rimeligt at gå ud fra, at der vil være forskelle i døgnfordelingen for de forskellige trafikkategorier.

For særlige flyaktiviteter (LA, FA, UL, KU og RF) skal trafikkens fordeling mellem hverdage: mandag - fredag og weekend: lørdag - søndag angives af hensyn til korrektionerne for disse trafikkategorier (se Tabel 8.1 i Afsnit 8 i vejledningen).

Operationernes uge- og døgnfordeling kan angives i Skema B 5.2, Afsnit B 5.5.

B 5.1.5 **Trafikkens fordeling på flytyper**

For almenflyvepladser kan det være et stort arbejde at angive hvilke flytyper trafikken består af, fordi der (pr. 1/1 1992) findes 273 propelflytyper med MTOM under 5,7t i Danmark. På de fleste almenflyvepladser vil mange af disse flytyper være repræsenterede.

9. Anden lokalflyvning (LO) omfatter andre flyvninger med start og landing på samme flyveplads, end de under 3-8 nævnte.

De nævnte trafikkategorier 3-9 er ofte lokalflyvning, dvs. flyvninger med start og landing på samme flyveplads.

Som særlige flyaktiviteter betragtes trafikategori 3, når der er tale om visuelle landingsøvelser samt trafikkategorierne 4, 6, 7 og 8.

Den årlige trafik angivet som antal operationer fordelt på trafikkategorier kan angives i Skema B 5.1 (se skemadelen Afsnit B 5.5).

En operation:
en start eller landing. Antallet af operationer pr. år er normalt to gange antallet af starter. Landingsrunder, overskydninger, "touch and go" og lignende manøvrer tælles som to operationer.

Lejlighedsvis anflyvning eller overflyvning med forsvarets luftfartøjer af almenflyvepladser kan forekomme i forbindelse med uddannelse af piloter. Midlertidig anvendelse af kort varighed kan ligeledes forekomme i forbindelse med eksempelvis beredskabsøvelser. Dette har ikke indflydelse på beregningsforudsætningerne for den pågældende flyveplads.

B 5.1.3 Trafikkens fordeling på årets måneder

Trafikkens fordeling på årets måneder anvendes til at bestemme gennemsnitstrafikken pr. døgn i de tre mest trafikerede måneder, der ikke behøver være sammenhængende.

For en beregning der vedrører en tidligere periode hentes oplysningerne i en trafikstatistik, hvis den findes. Hvis den ikke findes eller hvis beregningen vedrører en fremtidig periode, baseres trafikkens årsfordeling på en prognose eller et skøn.

Trafikkens årsfordeling angives for hver trafikkategori. Som skønnet årsfordeling for trafikken på almenflyvepladser kan følgende tal anvendes som gennemsnit for alle ugens dage:

ER:	0,5% af årstrafikken pr. døgn i 3 travle måneder
PR:	0,6% af årstrafikken pr. døgn i 3 travle måneder.
SK+LA:	0,7% af årstrafikken pr. døgn i 3 travle måneder.
Andre trafikkategorier:	1% af årstrafikken pr. døgn i 3 travle måneder.

Som et led i skoleflyvninger udføres ofte serier af start- og landingsøvelser der foretages i området ved flyvepladsen. Disse kaldes landingsrunder (LA) og karakteriseres især ved de anvendte flyveveje beskriver en start efterfulgt af et venstredrej, efterfulgt af flyvning parallelt med banen og efter atter et venstredrej afslutte med en landingsøvelse. Start- og landingsøvelser er desuden krævet i mindre omfang før en pilot kan medtage passagerer og i forbindelse med periodisk flyvetræning (PFT). Andre dele af skoleflyvningen udføres i større afstand fra flyvepladsen og følger i så fald de flyveveje der anvedes af den øvrige trafik, når flyvepladsen fra- eller anflyves.

4. Faldskærmsflyvning (FA) omfatter flyvning med faldskærmsspringere. Formålet med flyvningen er at bringe springerne op i den ønskede springhøjde, over springområdet, der ofte er tæt på den flyveplads hvorfra man er startet. Det specielle flyvemønster der af SLV anbefales anvendt for at begrænse støjgener nær flyvepladsen, er beskrevet i Bilag 7.

5. Motoroptræk af svævefly (SV) omfatter optræk til en passende højde i et område med termik, hvorefter trækflyet returnerer til flyvepladsen og kaster slæbetorvet langs med banen under en speciel manøvre før den egentlige landing (med et spil til indhaling af slæbetorvet i trækflyet kan landingen udføres normalt).

6. Ultralet flyvning (UL) omfatter al flyvning med ultralette fly [B 5.1].

7. Kunstflyvning (KU) omfatter alle flyvninger hvor formålet er øvelser eller opvisning der udnytter særligt godkendte flys manøvrerings- og præstationsevne til at udføre specielle manøvrer med hurtigt varierende flyvehøjde, -retning og -hastighed.

8. Rundflyvning (RF) omfatter erhvervsmæssig flyvning, ofte i højder på 150-300 m, hvor formålet er at passagererne kan bese landskaber og seværdigheder. Start og landing foregår på samme flyveplads (der enten kan være en offentlig godkendt flyveplads, herunder lufthavn eller en særlig godkendt landingsbane ofte indrettet til brug i en kortere periode).

De to førstnævnte beregningssituationer kan baseres på en registrering af den faktisk afviklede trafik for det år, der er af interesse.

En fremtidig beregningssituation, der specielt har interesse i forbindelse med ønske om miljøgodkendelse, må baseres på en trafikmængde, som man ønsker en miljøgodkendelse skal dække. Beregningssituationen kan evt. baseres på en prognose for trafikkens udvikling.

En fremtidig beregningssituation kan også være baseret på planer om væsentlige ændringer af banesystemet, hvilket kræver en (fornyet) miljøgodkendelse eller på en væsentlig ændring af trafiksammensætningen.

En fremtidig beregningssituation bør fastlægges så den rummer udviklingen 10-15 år frem i tiden, hvis den samtidig skal kunne benyttes i forbindelse med regionplanlægningen af området omkring flyvepladsen. I denne forbindelse er det særlig vigtigt, at støjberegningen er baseret på de beflyvningsmæssige vilkår, der forventes at indgå i den for perioden gældende miljøgodkendelse.

B 5.1.2 **Trafikmængde fordelt på trafikkategorier**

Ved den videre deling af trafikken på året, ugen, døgnet og flytyper, er det normalt praktisk at dele almenflyvningen i nogle trafikkategorier, dels de almindelige og dels de særlige flyaktiviteter.

Til hver af de følgende ni trafikkategorier hører ofte individuelle sæt af forudsætninger vedrørende flytyper, flyveveje, årsfordeling, ugefordeling og døgnfordeling:

1. Erhvervsflyvning (ER) omfatter erhvervsmæssig befordring af passagerer og gods, der ikke varetages af rute- og charterselskaberne, f.eks. taxaflyvning, postflyvning, sygetransport m.v.

2. Privatflyvning (PR) omfatter rejser med privatejede fly til og fra andre flyvepladser.

3. Skoleflyvning (SK) omfatter flyvninger, hvor formålet er at uddanne en elev så eleven kan få udstedt certifikat til at føre et fly evt. en bestemt type (omskoling).

B 5 Beregningsforudsætninger for støj fra almenflyvepladser.

Med reference til den gruppering af beregningsforudsætninger, der angives i vejledningens Afsnit 7, skal metodikken for opstilling af beregningsforudsætninger for almenflyvepladser gennemgås i dette bilag.

Principperne for opstilling af beregningsforudsætninger for almenflyvepladser er foreslået på baggrund af, at trafikken på sådanne pladser ofte er sammensat af et meget stort antal flytyper. Det er nødvendigt at foretage en væsentlig reduktion af mængden af indgangsdata, for at beregningerne kan få et rimeligt omfang.

For at lette overskueligheden og knytte dette bilags vejledning i opstilling af beregningsforudsætninger for almenflyvepladser til den principielle beskrivelse af beregningsforudsætninger for alle typer flyvepladser, som er anført i vejledningens Afsnit 7, svarer afsnitsnummereringen til Afsnit 7 (eks.: Afsnit 7.2.3 svarer til Afsnit B5.2.3 i dette bilag).

Bilaget indeholder følgende hovedafsnit:

B 5.1:	Trafikale forudsætninger
B 5.2:	Forudsætninger vedr. beflyvning
B 5.3:	Støj- og præstationsdata
B 5.4:	Beregningstekniske forudsætninger
B 5.5:	Skemaer til opstilling af forudsætninger

B 5.1 Trafikale forudsætninger

De trafikale forudsætninger omfatter for hvert beregningsscenarie: trafikmængden fordelt på trafikkategorier, trafikkens tidsmæssige fordeling på året, ugen og døgnet samt trafikkens fordeling på flytyper.

B 5.1.1 Beregningssituation

Det bør fremgå af beregningsforudsætningerne om en beregning skal belyse støjforholdene med en tidligere trafik, den eksisterende trafik eller en fremtidig trafik.

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0
400	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0.0
600	0.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0.0
800	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0
1000	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.6	-0.3	0.0
1200	0.0	-0.4	-0.7	-0.9	-1.1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.4	0.0
1400	0.0	-0.4	-0.7	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	0.0
1600	0.0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.4	-1.1	-0.8	-0.4	0.0
1800	0.0	-0.5	-0.9	-1.2	-1.5	-1.7	-1.7	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.5	0.0
2000	0.0	-0.5	-0.9	-1.3	-1.6	-1.8	-1.8	-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.5	0.0

Tabel B 4.22 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 180°. R = 2000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.4	-0.7	-0.8	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.5	-0.9	-1.0	-0.9	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.6	-1.0	-1.1	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.6	-1.0	-1.2	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.7	-1.1	-1.3	-1.1	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.20 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 90°. R = 2000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.4	-0.7	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.4	-0.8	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-0.8	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.5	-0.9	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2	-0.9	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.5	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.3	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.6	-1.4	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.6	-1.1	-1.5	-1.7	-1.7	-1.5	-1.1	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.21 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 135°. R = 2000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.0
400	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.0
600	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0
800	0.0	-0.3	-0.6	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.3	0.0
1000	0.0	-0.4	-0.7	-1.0	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.0	-0.7	-0.4	0.0
1200	0.0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.4	-1.1	-0.8	-0.4	0.0
1400	0.0	-0.5	-0.9	-1.2	-1.5	-1.7	-1.8	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.5	0.0
1600	0.0	-0.5	-1.0	-1.3	-1.6	-1.8	-1.9	-1.8	-1.6	-1.3	-1.0	-0.5	0.0
1800	0.0	-0.5	-1.0	-1.4	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-1.4	-1.0	-0.5	0.0
2000	0.0	-0.6	-1.1	-1.5	-1.9	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.5	-1.1	-0.6	0.0

Figur B 4.18 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 180°. R = 1500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.19 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 45°. R = 2000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.4	-0.7	-0.8	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.5	-0.9	-1.0	-0.9	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.6	-1.0	-1.1	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.6	-1.1	-1.2	-1.1	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.7	-1.2	-1.3	-1.2	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.7	-1.2	-1.4	-1.2	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.8	-1.3	-1.5	-1.3	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.16 *Korrektion uden for et drej. ψ = 90°. R = 1500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	-1.1	-1.0	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.5	-0.8	-1.1	-1.3	-1.3	-1.1	-0.8	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.5	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.3	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.6	-1.4	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.6	-1.1	-1.5	-1.7	-1.7	-1.5	-1.1	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.6	-1.2	-1.6	-1.9	-1.9	-1.6	-1.2	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.7	-1.3	-1.7	-2.0	-2.0	-1.7	-1.3	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.17 *Korrektion uden for et drej. ψ = 135°. R = 1500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0.0
400	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0
600	0.0	-0.4	-0.7	-0.9	-1.1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.4	0.0
800	0.0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.4	-1.1	-0.8	-0.4	0.0
1000	0.0	-0.5	-0.9	-1.3	-1.6	-1.8	-1.8	-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.5	0.0
1200	0.0	-0.5	-1.0	-1.4	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-1.4	-1.0	-0.5	0.0
1400	0.0	-0.6	-1.1	-1.6	-1.9	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.6	-1.1	-0.6	0.0
1600	0.0	-0.6	-1.2	-1.7	-2.0	-2.3	-2.4	-2.3	-2.0	-1.7	-1.2	-0.6	0.0
1800	0.0	-0.6	-1.2	-1.7	-2.2	-2.4	-2.5	-2.4	-2.2	-1.7	-1.2	-0.6	0.0
2000	0.0	-0.7	-1.3	-1.8	-2.3	-2.6	-2.7	-2.6	-2.3	-1.8	-1.3	-0.7	0.0

Tabel B 4.14 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 180°. R = 1000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.15 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 45°. R = 1500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.6	-1.0	-1.1	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.7	-1.1	-1.3	-1.1	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.7	-1.2	-1.4	-1.2	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.8	-1.4	-1.6	-1.4	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.8	-1.4	-1.7	-1.4	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.9	-1.5	-1.8	-1.5	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.9	-1.6	-1.9	-1.6	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.12 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 90°. R = 1000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.4	-0.8	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-0.8	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.5	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.3	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.6	-1.1	-1.5	-1.7	-1.7	-1.5	-1.1	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.6	-1.2	-1.6	-1.9	-1.9	-1.6	-1.2	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.7	-1.3	-1.8	-2.0	-2.0	-1.8	-1.3	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.7	-1.4	-1.9	-2.2	-2.2	-1.9	-1.4	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.8	-1.5	-2.0	-2.3	-2.3	-2.0	-1.5	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.8	-1.5	-2.1	-2.4	-2.4	-2.1	-1.5	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.13 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 135°. R = 1000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0
400	0.0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.4	-1.1	-0.8	-0.4	0.0
600	0.0	-0.5	-1.0	-1.4	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-1.4	-1.0	-0.5	0.0
800	0.0	-0.6	-1.2	-1.7	-2.0	-2.3	-2.4	-2.3	-2.0	-1.7	-1.2	-0.6	0.0
1000	0.0	-0.7	-1.3	-1.8	-2.3	-2.6	-2.7	-2.6	-2.3	-1.8	-1.3	-0.7	0.0
1200	0.0	-0.7	-1.4	-2.0	-2.5	-2.8	-2.9	-2.8	-2.5	-2.0	-1.4	-0.7	0.0
1400	0.0	-0.7	-1.4	-2.1	-2.6	-2.9	-3.1	-2.9	-2.6	-2.1	-1.4	-0.7	0.0
1600	0.0	-0.8	-1.5	-2.2	-2.7	-3.1	-3.2	-3.1	-2.7	-2.2	-1.5	-0.8	0.0
1800	0.0	-0.8	-1.5	-2.2	-2.8	-3.2	-3.4	-3.2	-2.8	-2.2	-1.5	-0.8	0.0
2000	0.0	-0.8	-1.6	-2.3	-2.9	-3.3	-3.5	-3.3	-2.9	-2.3	-1.6	-0.8	0.0

Tabel B 4.10 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 180°. R = 500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.8	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-0.8	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-0.9	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur B 4.11 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 45°. R = 1000 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.6	-1.0	-1.1	-1.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.7	-1.2	-1.4	-1.2	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.8	-1.4	-1.7	-1.4	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.9	-1.6	-1.9	-1.6	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-1.0	-1.7	-2.0	-1.7	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-1.0	-1.8	-2.2	-1.8	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-1.1	-1.9	-2.3	-1.9	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-1.1	-2.0	-2.4	-2.0	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-1.1	-2.1	-2.5	-2.1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.8 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 90°. R = 500 m.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.5	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.3	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.6	-1.2	-1.6	-1.9	-1.9	-1.6	-1.2	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.7	-1.4	-1.9	-2.2	-2.2	-1.9	-1.4	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.8	-1.5	-2.1	-2.4	-2.4	-2.1	-1.5	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.9	-1.6	-2.3	-2.6	-2.6	-2.3	-1.6	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-0.9	-1.7	-2.4	-2.8	-2.8	-2.4	-1.7	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-0.9	-1.8	-2.5	-2.9	-2.9	-2.5	-1.8	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-1.0	-1.9	-2.6	-3.0	-3.0	-2.6	-1.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-1.0	-1.9	-2.7	-3.1	-3.1	-2.7	-1.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

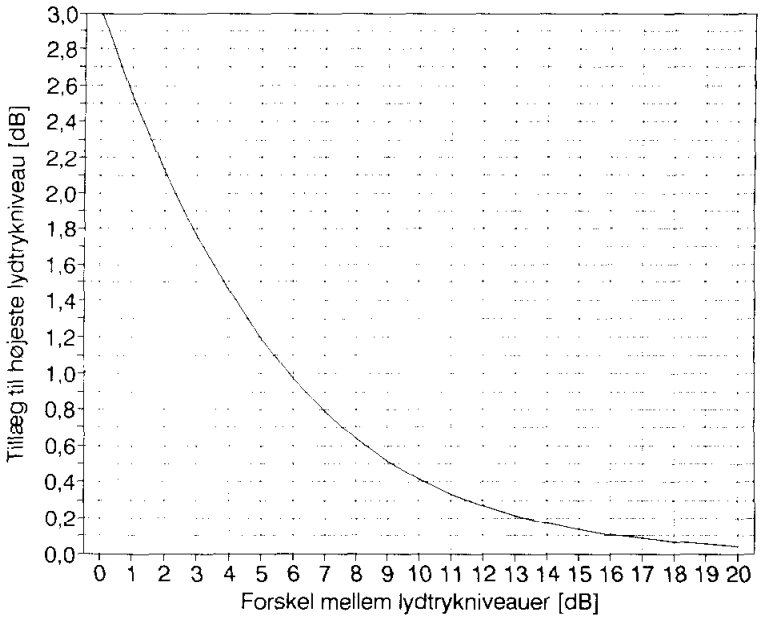
Tabel B 4.9 *Korrektion uden for et drej.* ψ *= 135°. R = 500 m.*

BC i % af R	ψ i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.3	0.7	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
10	0.0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6
20	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.1
30	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7
40	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
50	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0
60	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
70	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.6 *Korrektion inden for et drej.*

BC i m	ψ_P i °												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	0.0	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	0.0	-0.8	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	-0.9	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1200	0.0	-0.9	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1400	0.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1600	0.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1800	0.0	-1.1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	-1.1	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel B 4.7 *Korrektion uden for et drej.* $\psi = 45°$. $R = 500$ *m.*



Figur B 4.15
Summering af to lydtrykniveauer.

Hvis flere lydtrykniveauer end to skal summeres, må processen gentages.

B 4.3.6 **Tabeller til beregning af korrektion for drej.**
Tabel B 4.6 indeholder korrektionen ΔL_{AE}, som skal adderes, hvis beregningspunktet er inden for et drej. BC, R og ψ er defineret som ligning (B 4.7). Korrektionerne er vist for BC som en procent af R for drejningsvinkler ψ fra 0 til 180°.

Tabeller B 4.7 til B 4.22 indeholder korrektionen ΔL_{AE}, som skal adderes hvis beregningspunktet er uden for et drej. Korrektionerne er angivet i separate tabeller for drej på 45°, 90°, 135° og 180° og for drejeradierne 500, 1000, 1500 og 2000 m.

Vejledning fra Miljøstyrelsen

1993

Nr. 1 : Registrering, frigivelse og afmelding af affaldsdepoter
Nr. 2 : Begrænsning af forurening fra forbrændingsanlæg
Nr. 3 : Godkendelse af listevirksomheder
Nr. 4 : Rotter og levnedsmiddelvirksomheder
Nr. 5 : Beregning af ekstern støj fra virksomheder
Nr. 6 : Udarbejdelse af kommunale miljøhandlingsplaner
Nr. 7 : Erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v.
Nr. 8 : Mikrobiologiske plantebeskyttelsesmidler
Nr. 9 : Anvendelse af ISAG på virksomheder, der bortskaffer affald

1994

Nr. 1 : STANDAT V 1.1
Nr. 2 : Microbiological Plant Protection Products – Guidelines
Nr. 3 : Tilsyn med landbrug
Nr. 4 : Bortskaffelse, planlægning og registrering af affald
Nr. 5 : Støj fra flyvepladser

Støj fra flyvepladser

Med denne vejledning har Miljøstyrelsen redegjort for støj fra flyvepladser og generne fra denne, måling og beregning af støjen, grænseværdier, planlægning samt behandling af godkendelser og klager efter miljøbeskyttelsesloven.

Pris kr. 150,- (inkl. 25% moms)

ISSN nr. 0108-6375
ISBN nr. 87-7810-118-2

Miljø- og Energiministeriet **Miljø**styrelsen
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00